การเปรียบเทียบความสำเร็จสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
The Success of Teaching Materials for Human Organ Systems Using Virtual Reality Technology

วัฒนา เอกปมิตศิลป์ (Wattana Eakpamitsin)* สิทธิศักดิ์ ทองสุข (Sittisak Thongsuk)*
และนัยนา มาแสง (Naiyana Marsaeng)*

Received: October 24, 2023
Revised: September 18, 2024
Accepted: September 23, 2024

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วัฒนา เอกปมิตศิลป์ (Wattana Eakpamitsin) อีเมล: wattana_it@thonburi-u.ac.th

DOI:10.14416/j.it.2026.v1.003

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจการเรียนรู้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงกับการสอนปกติ วิธีวิจัยเป็นแบบเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ โรงเรียนในจังหวัดสุพรรณบุรี และในโรงเรียนจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 42 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบการพัฒนาสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เรียนรู้ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น 2) ความพึงพอใจการเรียนรู้สื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.45 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการสอนสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีคะแนนสูงกว่ากว่าการเรียนแบบปกติ

คำสำคัญ: สื่อการสอน ระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ เทคโนโลยีเสมือนจริง

Abstract

This research aimed to 1) design and develop teaching media on the human body organ system using virtual reality technology, 2) evaluate the satisfaction of learning the human body organ system using virtual reality technology, and 3) compare the achievement of teaching with virtual reality technology with conventional teaching. The research method was a randomized controlled trial. The samples consisted of 42 fifth grade students from two schools in Suphan Buri Province and one in Surat Thani Province. They were divided into two groups: the experimental group and the control group. The results of the research found that 1) the design and development of teaching media on the human body organ system using virtual reality technology can make learners interested and learn faster. 2) The overall satisfaction of learning teaching media on the human body organ system using virtual reality technology was at a high level with a mean value of 4.45 and a standard deviation of 0.03. 3) The achievement of teaching media on the human body organ system using virtual reality technology was higher than conventional learning.

Keywords: Teaching Media, Human Body Organ System, Virtual Reality Technology.

1. บทนำ

ในร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยระบบอวัยวะที่ทำงานร่วมกันอย่างซับซ้อน การเรียนรู้เกี่ยวกับระบบอวัยวะเหล่านี้มีความสำคัญต่อความเข้าใจในสุขภาพและการทำงานของร่างกาย

* วิทยาการข้อมูลและเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี
* Data Science and Information Technology, Faculty of Science and Technology, Thonburi University.

สื่อการสอนแบบดั้งเดิม เช่น หนังสือเรียน แผ่นภาพ และโมเดลสามมิติ มักถูกนำมาใช้ในการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ สื่อการสอนเหล่านี้อาจมีข้อจำกัด ตัวอย่างเช่น นักเรียนอาจไม่สามารถจินตนาการถึงภาพรวมของระบบอวัยวะหรือไม่สามารถเข้าใจการทำงานของระบบอวัยวะได้อย่างถ่องแท้ การเพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียฝึกทักษะการใช้ Tense เพื่อทบทวนการใช้ Tense ของนักเรียนมัธยม พบว่ากลุ่มผู้ใช้งานพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.29, SD = 0.77) สื่อมัลติมีเดียฝึกทักษะการใช้ Tense ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนานและเพลิดเพลิน [1]

เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้ เทคโนโลยี VR มีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับระบบอวัยวะผ่านประสบการณ์เสมือนจริง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถจำลองการเดินผ่านร่างกายมนุษย์ หรือสามารถโต้ตอบกับอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งมุ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์แบบดั้งเดิมกับสื่อการสอนแบบเสมือนจริง ผลการศึกษาจะช่วยให้ทราบว่าเทคโนโลยี VR สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ และหากมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยี VR มีข้อดีอย่างไร compared กับสื่อการสอนแบบดั้งเดิม ซึ่งจากการศึกษาสื่อการเรียนรู้ของ Artsteps สามารถปรับปรุงผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับสื่อด้านห่วงโซ่อาหารได้ [2] สื่ออินโฟกราฟิกสามารถดึงดูดสายตา และเป็นสื่อวีดิทัศน์มีการเรียบเรียงเนื้อหาให้มีความถูกต้องและครบถ้วน [3]

เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส สามารถใช้ร่วมกับการเรียนการสอนแบบระยะไกล หรือออนไลน์ได้เป็นอย่างดี และยังสามารถพัฒนาในรูปแบบ เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม สถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมเกมส์ ต่อมาจึงได้ขยายออกมายังอุตสาหกรรมอื่น ๆ อาทิ อุตสาหกรรมการค้า การท่องเที่ยวและบริการ ในอนาคตเมตาเวิร์ส จะกลายเป็นโลกคู่ขนานที่มีระบบเศรษฐกิจ [4] เมตาเวิร์สเป็นการผสมผสานทั้งโลกจริงและโลกเสมือนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้คนสามารถเข้าไปใช้ชีวิตร่วมกัน ทั้งทำงาน พักผ่อน ชมความบันเทิง เล่นเกม พบปะพูดคุยกัน ได้เหมือนเป็นโลกจริงๆ เกมแอดเวนเจอร์ออฟแอนโทรเดีย มีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการเรียนรู้เรื่องสัตว์ป่าสงวน และต้นไม้หวงห้ามที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ต่อไป [5]

เนื่องด้วยสื่อการเรียนการสอนในเรื่องระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ วิชาสุขศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนการสอนยังไม่ทันต่อยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น เป็นภาพ 2 มิติ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและตัวหนังสือไม่ชัดเจน จึงทำให้มีความเบื่อหน่ายและไม่เข้าใจในการเรียนรู้ ผู้วิจัยมองเห็นถึงปัญหาและช่องว่างที่สำคัญและจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบเรียนการสอนที่ทันต่อยุคสมัยในปัจจุบัน จึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาสื่อการเรียนการสอนโดยนำเอาเทคโนโลยี AR, VR และโปรแกรม Spatial, Meta verse มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการสอนเป็นภาพ 3 มิติ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว (Success Tree Diagram: STD) ซึ่งผลการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลทำได้สอดคล้องกับองค์ประกอบพื้นฐานของแนวคิดเชิงคำนวณใน 3 หัวเรื่อง คือการคิดแบบมีลำดับขั้นตอน การคิดแบบวนซ้ำ และการคิดแบบมีเงื่อนไข ยังพบว่าการออกแบบระดับความยากของส่วนปฏิสัมพันธ์ และภาพกราฟิก และสัญลักษณ์ในเกมทำให้สามารถมีการใช้งานง่ายขึ้น มีความเหมาะสมมากที่สุดกับเด็ก (2) ผลการประเมินประสบการณ์การเล่นเกมพบว่านักเรียนสามารถเล่นเกมได้ดี รู้สึกว่าเกมมีความสนุกสนานและชื่นชอบเกม อยากรู้ว่าด่านต่อไปเล่นอย่างไร และรู้สึกเก่งเพราะผ่านด่านไปได้เรื่อย ๆ [6] ในด้านการสร้างสื่อการเรียนรู้แอฟลิเคชันที่อำนวยความสะดวกในการทำความเข้าใจอวัยวะระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ การประเมินผ่านแบบสอบถามคิดเป็นร้อยละ 93.16 จากอาจารย์และนักเรียนยืนยันความเหมาะสมของแอฟลิเคชันว่าเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ [7]

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ความเป็นเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือเรียกโดยย่อว่า "วีอาร์" (VR) เป็นกลุ่มของเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ ที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึก ของการเข้าร่วมอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงซึ่งสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ถูกสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ พัฒนาการของความเป็นจริงเสมือน ได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิดง่าย ๆ แต่มีอำนาจมาก เกี่ยวกับการที่จะเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด นั่นคือถ้าผู้ออกแบบสามารถ

ให้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ มีความค่อยเป็นค่อยไป ในปฏิสัมพันธ์กับโลกทางกายภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา แล้วมนุษย์ก็จะสามารถรับ และเข้าใจสารสนเทศได้ง่ายขึ้น ถ้าสารสนเทศนั้น กระตุ้นเกี่ยวกับการรับรู้ และการสัมผัส ของผู้รับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถเลียนแบบ การรับรู้ การสัมผัส ของโลกทางกายภาพ โดยการรับรู้ ในหลาย ๆ ทาง ในสภาพสิ่งแวดล้อมสามมิติขึ้นมา ความเป็นจริงเสมือน ได้สร้างเนื้อหาสาระ ของสิ่งที่แสดงให้เห็น โดยการรับรู้ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของคอมพิวเตอร์ เพื่อตอบสนอง ต่อการเคลื่อนไหวทางกายภาพของผู้ใช้งาน ที่สืบหาด้วย เครื่องรับรู้ของคอมพิวเตอร์ ประวัติความเป็นมาของ ความเป็นจริงเสมือน เป็นวิวัฒนาการอย่างหนึ่งของเทคโนโลยี ที่เกิดจากการวิจัยของรัฐบาลอเมริกันเมื่อกว่า 40 ปีที่แล้ว เพื่อการวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยี สำหรับด้านการทหาร และการจำลองในการบิน ต่อมาในระหว่าง พ.ศ. 2503 - 2512 (ทศวรรษ1960s) อีแวน ซูเทอร์แลนด์ (lvan Sutherland) ซึ่งถือได้ว่าเป็นบิดา ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือ VR ได้ประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะ 3 มิติ รุ่นแรกออกมา และในระยะนั้น ได้มีพัฒนาการด้าน คอมพิวเตอร์กราฟิกเกิดขึ้นการใช้จอภาพสวมศีรษะ ร่วมกับ คอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ จึงนับเป็นจุดต้นกำเนิด ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในยุคปัจจุบันในระหว่าง พ.ศ. 2513 - 2532 (ทศวรรษ 1970 - 1980) การวิจัยที่ห้องปฏิบัติ อวกาศอาร์มสตรอง ได้พัฒนาเทคโนโลยีการจำลองการบิน โดยการปรับปรุงจอภาพสวมศีรษะให้ดีขึ้น โดยให้นักบินสวมใส่ แล้วจะมีความรู้สึกกลมกลืนไปกลับสิ่งแวดล้อมเสมือนจริง เมื่อนักบินมองออกไปในโลกความเป็นจริงเสมือน ซึ่งปรากฏ อยู่เบื้องล่างแล้วจะเห็นเสมือนว่า มีเครื่องบินอื่นๆ ปรากฏอยู่ รวมถึงเห็นสิ่งแวดล้อมต่าง ๆที่อยู่ในช่วงของระยะเวลาเดียวกันนั้น หลังจากนั้นได้มีการวิจัย เกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือน ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา เช่น ที่มหาวิทยาลัย นอร์ธแคโรไลนา ได้มีการใช้เทคนิคความเป็นจริงเสมือน ในการสร้างจินตนาการด้านสถาปัตยกรรม และด้านการแพทย์ ที่มหาวิทยาลัยแห่งวิสคอนซินและคอนเนกทิคัต ได้มีการวิจัย เกี่ยวกับ "ความเป็นจริงประดิษฐ์" ที่ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์กับ โลกเสมือนจริงสามารถใช้ได้ทั้งทางด้านการศึกษาและบันเทิง ในช่วงประมาณ พ.ศ. 2531 - 2532 โครงการนาซาได้ช่วย แพร่กระจายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนไปโดยไม่ตั้งใจ ถึงแม้ว่านาซาจะมีเงินทุนจำกัด ในการทำงานวิทยาศาสตร์ นาซา ได้ร่วมกับนักเขียนโปรแกรม และผู้ผลิตอุปกรณ์ ที่เกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์ได้นำเอาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว มาประดิษฐ์รวมกัน เพื่อให้ได้จอภาพสวมศีรษะในราคาย่อมเยา และใช้เป็นครั้งแรกในกองทัพอากาศ การประชาสัมพันธ์ โครงการนี้ ได้ช่วยโหมกระพือความน่าตื่นเต้นของเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนให้มีมากยิ่งขึ้น และต่างก็หวังว่า การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนคงจะมีราคาถูก เพื่อ ให้สามารถใช้ได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ในปี พ.ศ. 2536 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้ขยายวงกว้างทางด้านบันเทิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานบันเทิง เช่น ดิสนีย์เวิลด์ ที่มีการใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือน หรือ VR กันอย่างกว้างขวางระยะต่อมา ผู้ผลิตเกมคอมพิวเตอร์ เช่น ซีกา และนินเทนโด ได้นำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน มา ใช้ในเกมต่าง ๆ แทนที่เทคโนโลยีแบบเดิมส่วนสถาบัน และ กลุ่มนักวิจัย ก็มีความพยายามในการนำเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสมือน หรือ VR มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้าน วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์และการฝึกอบรม เป็นต้น ผลลัพธ์ของความแตกต่างในลักษณะของการเรียนรู้ ตามโครงงานและสื่อเสมือนการเรียนรู้เชิงค้นพบอยู่ในรูปแบบ การเรียนรู้ กิจกรรมเสมือนจริง งานที่ผลิต และทัศนคต ที่พัฒนาขึ้น ผลการทดสอบความเป็นไปได้ของสื่อเสมือนทั้งสอง ได้รับการประกาศว่าเหมาะสมต่อการใช้งาน ผลลัพธ์ของ ANCOVA แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้สื่อเสมือนตามโครงงาน มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ มากกว่าการเรียนรู้สื่อเสมือน [8]

2.2 ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือ VR แบ่งลักษณะ ได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. Desktop VR or Window on World Systems ระบบเหล่านี้ จะใช้จอภาพคอมพิวเตอร์ธรรมดาเพื่อแสดงโลกเสมือนจริง บางครั้งถูกเรียกว่า "Desktop VR" หรือ "Window on a World" (WoW).

2. Video Mapping สิ่งนี้คือการเปลี่ยนแปลงของ WoW เพื่อให้เข้าใกล้/กลมกลืน กับสิ่งที่นำเข้าจากวิดีโอ ของผู้ใช้งาน กับคอมพิวเตอร์กราฟิก แบบ 2D/ 3D ผู้ใช้จะเห็นตนเอง และเห็นการเปลี่ยนแปลงของตน จากจอภาพ ความคิดนี้ถูกใช้ใน เกมคอมพิวเตอร์ เช่น Doom and Quake เป็นต้น

3. Immersive Systems เป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ VR ล่าสุดที่สมบูรณ์แบบสำหรับผู้ใช้งานส่วนบุคคล Immersive VR systems ถูกจัดรวมไว้ร่วมกับ Head Mounted Display (HMD) โดย HMD คือหมวกเหล็ก หรือหน้ากาก สำหรับสวมซึ่งสามารถจำลองภาพ และการได้ยินได้ด้วย (auditory)

4. Telepresence คือการเปลี่ยนแปลงของคอมพิวเตอร์ที่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ทำให้มองเห็นโลกที่สร้างใหม่เทคโนโลยีนี้จะเชื่อมตัวตรวจจับสัญญาณระยะไกลในโลกของความเป็นจริงกับไหวพริบของมนุษย์โดยตัวตรวจจับสัญญาณระยะไกลอาจถูกค้นหาได้ ด้วยหุ่นยนต์ตรวจจับสัญญาณ

5. Augmented/Mixed Reality Systems คือ การผสมกันกับ Telepresence และ Virtual Reality Systems ให้ระบบคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ถูกผสมกันกับ สิ่งที่นำเข้า telepresence โดยให้ผู้ใช้งานสามารถดูสิ่งต่าง ๆ ได้จากโลกความเป็นจริง เช่น การตรวจของแพทย์ ศัลยแพทย์ เพื่อวินิจฉัย หรือดูสิ่งผิดปกติในร่างกาย และการพัฒนาและวิเคราะห์การใช้งานของเว็บที่เกี่ยวข้องเทคโนโลยีสื่อสตรีมมิ่ง ฐานข้อมูล ไวท์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ และอื่น ๆ เทคโนโลยีที่สำคัญ การสร้างเครือข่ายโรงเรียน ระบบหลักสูตรมีความเข้มแข็งมากขึ้น เวทีกว้างขึ้น สำหรับโรงเรียนให้มีส่วนสนับสนุนการปรับปรุงสภาพร่างกาย โดยรวมมากขึ้นคุณภาพของสังคมทั้งหมด การใช้ระบบการเรียนรู้เสมือนโรงพยาบาลตั้งอยู่ (VHSLS) ความเป็นจริงเสมือนเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงมุ่งเน้นไปที่กายวิภาคของอวัยวะของมนุษย์ ผลที่ได้ก็อธิบายว่าคุณสมบัติ VR และตัวแปรการรับรู้ประโยชน์เป็นตัวทำนายสำหรับการเรียนรู้แบบตั้งอยู่ นอกจากนี้ยังพบว่าผลลัพธ์ที่ได้คือมีนัยสำคัญทางสถิติและบ่งชี้ว่าการเรียนรู้จากสถานที่ช่วยได้เพื่อปรับปรุงแรงจูงใจในการเรียนรู้ [9]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ค้นคว้ารวบรวมผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถนำมาสนับสนุนแนวคิดในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ดังนี้

พัฒนาสื่อเรียนรู้เสมือนจริงบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเทคโนโลยีภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา กรณีศึกษา: เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งเรียนรู้มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อเรียนรู้เสมือนจริงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) ศึกษาประสิทธิภาพสื่อรู้เสมือนจริงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อเรียนรู้เสมือนจริง 360 องศาบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นิสิต บุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และบุคคลทั่วไป จำนวน 500 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) สื่ออิเล็กทรอนิกส์เสมือนจริง 360 องศา 2) แบบวัดประสิทธิภาพสื่อเรียนรู้เสมือนจริง 360 องศา และ 3) แบบวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อเรียนรู้เสมือนจริงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนในการจัดทำสื่อเสมือนจริง 360 องศา 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผนการดำเนินงานซักซ้อมความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพเพื่อพัฒนาและออกแบบสื่อเสมือนจริง 360 องศา ขั้นดำเนินการเผยแพร่สื่อเสมือนจริง 360 องศาผ่านทางเว็บไซต์ ขั้นเผยแพร่ผลงานผ่านทางเว็บไซต์ 2) สื่อรู้เสมือนจริงบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก 3) ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อสื่อเรียนรู้เสมือนจริง 360 องศาบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริงเรื่องประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมอยุธยา: กรณีศึกษาวัดพระราม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริง เรื่องประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมอยุธยา: กรณีศึกษาวัดพระราม เพื่อศึกษาความหมาะสมของสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจในสื่อการสอนจากนักศึกษา การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริงมีขั้นตอนการวิจัย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ 2) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลภาพเสมือนจริง 3) ขั้นตอนในการสร้างระบบนำเสนอ 4) ขั้นตอนการสร้างระบบนำทางในการชมเกาะอยุธยา 5) ขั้นตอนการเผยแพร่ และ 6) ขั้นตอนการสรุปผล โดยใช้โปรแกรมในการพัฒนาดังนี้ 1) โปรแกรม Easypano Tour weaver 7.50 Professional Edition 2) โปรแกรม Photoshop CS 6 3) โปรแกรม Maya และ 4) โปรแกรม Dreamweaver CS6 กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยี สถาปัตยกรรม ในมหาวิทยาลัยทั่วประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่าสื่อการสอนมัลติมีเดียเสมือนจริง เรื่องประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมอยุธยา: กรณีศึกษาวัดพระราม ผ่านการประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

(mean = 4.42, S.D. = 0.40) และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคได้ประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (mean = 3.53, S.D. = 0.46) และกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย ได้ประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (mean = 4.23, S.D. = 0.16) [10]

การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านจิตรกรรมฝาผนังบนเกาะรัตนโกสินทร์ด้วยระบบพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง ปัจจุบันแหล่งเรียนรู้ด้านจิตรกรรม ศิลปะวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านความเป็นอยู่ของคนไทยยังไม่มีการเผยแพร่ผ่านสื่อมัลติมีเดียออนไลน์ และเพื่อเป็นการเผยแพร่ภูมิปัญญาเกี่ยวกับการสร้างจิตรกรรมฝาผนังที่เสมือนจริงมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมและพัฒนาระบบในรูปแบบพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง (Virtual Museum) ซึ่งเป็นการจำลองสถานที่จริงและนำมาพัฒนาเข้ากับเว็บไซต์ เพื่อช่วยให้ผู้ที่สนใจเรื่องราวและรูปแบบของจิตรกรรมไทยได้รับความรู้จากระบบพิพิธภัณฑ์เสมือน รวมทั้งสามารถทราบความแตกต่างด้านจิตรกรรมฝาผนังไทยซึ่งหาดูได้ยาก จากผลการทดลองโดยผู้ใช้งานระบบ พบว่าผู้เข้าศึกษาในระบบพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงสำหรับจิตรกรรมฝาผนังบนเกาะรัตนโกสินทร์มีระดับความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาไทยเพิ่มขึ้น และผู้ใช้พึงพอใจระบบโดยเฉลี่ยในระดับมาก จึงสามารถสรุปได้ว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงสำหรับจิตรกรรมฝาผนังสามารถสนับสนุนด้านการเผยแพร่ศิลปะวัฒนธรรมไทยได้ และสามารถนำระบบไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11]

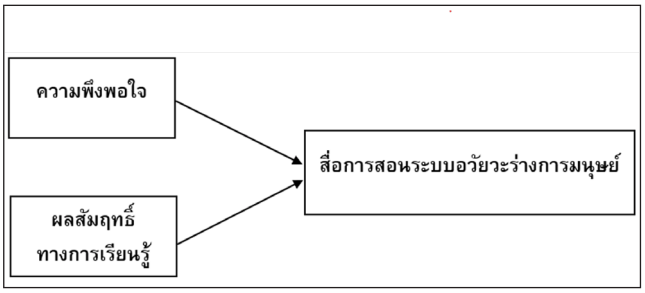
การพัฒนาพิพิธภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เสมือนจริงโบราณสถานในเขตเทศบาลนครสงขลาโดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพรายละเอียดสูง (HDR: High Dynamic Range) และภาพพาโนรามาเสมือนจริง (Virtual Panoramic) พิพิธภัณฑ์เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีประโยชน์ในการศึกษา และเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลโบราณสถานและโบราณวัตถุอีกทั้งยังถือเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน และบุคคลทั่วไป ผู้เข้าชมจะต้องเดินทางไปยังพิพิธภัณฑ์ทำให้เกิดปัญหาด้านงบประมาณ และด้านเวลาในการเดินทางก่อให้เกิดความเลื่อมล้ำทางการศึกษาและการเข้าถึงข้อมูลในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (Internet) ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ภายใต้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีการนำเสนอข้อมูลในลักษณะเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ผู้เข้าชมสามารถรับชมเสมือนอยู่ในสถานที่จริง ผู้ชมสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองได้ด้วยตนเอง มุมมองที่แสดงสิ่งแวดล้อมเป็นไปในลักษณะที่เป็นพลวัต การเคลื่อนที่สามารถเลือกหรือเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของผู้ชม ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นผู้เขียนมีความสนใจในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เสมือนจริงโบราณสถานในเขตเทศบาลนครสงขลา ขั้นตอนในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เสมือนจริงมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ 2) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลภาพเสมือนจริง 3) ขั้นตอนการสร้างระบบนำชมโบราณสถาน 4) ขั้นตอนการเผยแพร่ ในการจัดเตรียมข้อมูลทางผู้เขียนได้ใช้เทคนิคการบันทึกภาพรายละเอียดสูง (High Dynamic Rang: HDR) เป็นเทคนิคการบันทึกภาพที่ได้รายละเอียดของภาพมากที่สุด สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีแสงสว่างน้อยและสามารถบีบอัดรูปแบบภาพ JPG ได้ดีกว่าการใช้เทคนิคแบบอื่น ๆ ด้านการนำเสนอผู้เขียนใช้เทคนิคภาพพาโนรามาเสมือนจริง สามารถแสดงภาพในลักษณะแสดงข้อมูลได้รอบตัว หรือ 360 องศา พร้อมแผนที่แสดงตำแหน่งการชมทั้งยังแสดงทิศทาง และมุมมองของการชมพิพิธภัณฑ์ ส่วนกระบวนการเผยแพร่ได้ทำการเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ในลักษณะของแผ่นซีดีรอมที่ทำงานในลักษณะออฟไลน์ และการให้บริการบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผลลัพธ์ของการทดสอบ MANOVA ซึ่งบ่งชี้ถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในการประยุกต์ใช้สื่อเหล่านี้กับความรู้ด้านดิจิทัลและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน [12]

พบว่าแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมในทุกรายการประเมินของทุกด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.64, SD. = 0.16) สามารถสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญและสามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ และ 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชันคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันคัดกรองโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.78, SD. = 0.22) [13] ระบบงานให้เป็นไปในทิศทาง 24 เดียวกัน และกำหนดขั้นตอนที่เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบโดยพยายามให้เกิดข้อบกพร่องน้อยที่สุด ทำให้ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมาก

และความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานระบบทั้งกลุ่มผู้สอนและผู้เรียนมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค gamification ให้คะแนนกระบวนการเรียนรู้ยอดเยี่ยม [14]

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)



ภาพที่ 1 *กรอบแนวคิดทางการวิจัย*

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

ในครั้งนี้ใช้การวิจัยก่อนการทดลอง (pre-experimental research) แบบหลายกลุ่มทดสอบคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน (Multi group pretest posttests) ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มทดลองคือ โรงเรียนในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 9 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มควบคุมคือ โรงเรียนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 33 คน รวมจำนวน 42 คน ซึ่งคัดเลือกจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3.2 การอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบจะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนและทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

โดยเลือกใช้วิธีดำเนินการแบบ SDLC ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาระบบ ดังนี้

1) วิเคราะห์ความต้องการ (Requirement) ด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านการเรียนการสอนของโรงเรียนต่าง ๆ เช่น การศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทรัพยากรสำหรับการเรียนการสอน ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน เป็นต้น พบว่าความต้องการเบื้องต้นประกอบด้วย 1) กลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้สอนหรือผู้สร้างเนื้อหา และผู้เรียน 2) ระบบที่จำเป็นสำหรับระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ผ่านศูนย์บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ระบบจัดการหลักสูตร ระบบการสร้างบทเรียน ระบบการทดสอบและประเมินผล ระบบส่งเสริมการเรียน และระบบจัดการข้อมูล เป็นต้น

2) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Analysis and Design) โดยนำความต้องการของผู้ใช้แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์เป็นแผนภาพบริบท (Context Diagrams)

ตารางที่ 1 *แสดงถึงการทำงานของผู้เข้าใช้งานการเข้าสู่ระบบ*

Use Case Name	:	log in
Actor	:	ผู้เล่น
Pre-Condition	:	กดเลือกวิธีการ log in
Post-Condition	:	จะปรากฏห้องเรียนต่าง ๆ ให้เลือก
Brief Description	:	เลือกห้องเรียนต่าง ๆ ที่ต้องการ
Flow of Events	:	1. กดเลือกวิธี log in เพื่อเลือกห้องเรียน 2. แสดงห้องเรียนต่าง ๆ เพื่อให้เลือก 3. เลือกห้องเรียน
Exception	:	-

ตารางที่ 2 *แสดงถึงการเลือกห้องเรียน*

Use Case Name	:	เลือกห้องเรียน
Actor	:	ผู้เล่น
Pre-Condition	:	กดเลือกห้องเรียนที่ต้องการ
Post-Condition	:	เข้าสู่ห้องเรียน Spatial
Brief Description	:	เข้าไปในห้องเรียนที่เลือก
Flow of Events	:	1. กดเลือกห้องเรียน 2. เข้าสู่ภายในห้องเรียน
Exception	:	-

ตารางที่ 3 *แสดงถึงการจบสิ้นกระบวนการทำงาน*

Use Case Name	:	log in
Actor	:	ผู้เล่น
Pre-Condition	:	กดออกจากระบบ
Post-Condition	:	ออกจากระบบ
Brief Description	:	เมื่อกดปุ่ม log out จะออกจาก Spatial
Flow of Events	:	1. กดเลือกวิธี log out 2. ออกจาก Spatial
Exception	:	-

3) การพัฒนาระบบ (Development/coding) มีการทำงานเป็นส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ระบบจัดการข้อมูลด้วยเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ที่ให้บริการผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พัฒนาด้วยภาษา PHP เชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL และให้บริการด้วย Apache Web Server ประกอบด้วย ระบบจัดการหลักสูตร ระบบการสร้างบทเรียน ระบบการทดสอบและประเมินผล ระบบส่งเสริมการเรียน และระบบจัดการข้อมูล

ส่วนที่ 2 การนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมผ่านสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย โดยการจัดเก็บข้อมูลเนื้อหา กิจกรรมและแบบทดสอบต่าง ๆ ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอในฐานข้อมูล MySQL ที่นำเสนอผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และโมบายแอปพลิเคชัน ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา PHP, HTML5 และ JQuery mobile

4) การทดสอบและบูรณาการระบบ (Testing/System integration) แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันที่มีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยแยกการทดสอบออกเป็นระบบย่อย ได้แก่ ระบบจัดการหลักสูตร ระบบการสร้างบทเรียน ระบบการทดสอบ และประเมินผล ระบบส่งเสริมการเรียน และระบบจัดการข้อมูล และปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้จริง 2) ทดสอบการนำเสนอเนื้อหาผ่านสื่อออนไลน์ที่หลากหลาย ด้วยการใช้อุปกรณ์พกพา สมาร์ตโฟน และแท็บเล็ตในการเข้าถึงข้อมูลและปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้จริง

5) การดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance) หลังผ่านการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ นำเข้าข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลโรงเรียน ข้อมูลผู้สอน ข้อมูลผู้เรียนของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง และเนื้อหาของบทเรียน จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทดลองเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ผ่านศูนย์บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

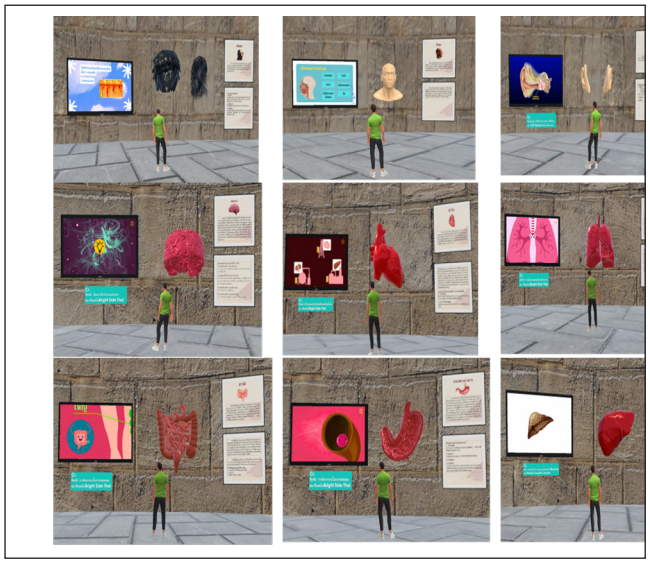
6) การวิเคราะห์และการประเมินผล

1. คุณภาพของระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเมตาเวิร์ส ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมิน 4 ท่าน ตราจสอบแบบสอบถาม ด้านด้านความพึงพอใจ ด้านวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านวัดการเรียนรู้จากการใช้ระบบเสมือนจริง จากนั้นวิเคราะห์สถิติข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปตีความหมายและบรรยายเชิงวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาระบบร่างกายของมนุษย์ โดยนำคะแนนของนักเรียนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน มีวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสรุปตีความหมายและบรรยายเชิงวิเคราะห์

จากขั้นตอนการดำเนินงานระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแสดงดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 2 *กรอบแนวคิดการออกแบบของระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง*



ภาพที่ 3 *แสดงหน้าเข้าสู่ระบบบทเรียนผ่าน เมตาเวิร์ส*

4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย

ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือเมตาเวิร์ส

ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านระบบเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบประเมินความพึงพอใจของคุณภาพระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือเมตาเวิร์ส ประกอบไปด้วย 5 ด้าน ดังนี้ ด้านความสวยงาม ด้านการเรียนรู้ ด้านความคุ้มค่า ด้านการใช้เวลาว่าง ด้านความสะดวกรวดเร็ว จำนวน 5 ข้อ

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รายวิชาระบบร่างกายของมนุษย์มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยจำนวน 20 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนในวิชาระบบร่างกายของมนุษย์ โดย แบบสอบถามมีจำนวน 5 ระดับ แทนความหมาย คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด วัดความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของคอนบัค (Cronbach's alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.84 ซึ่งแสดงถึงแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

4. ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 ตอน โดยมีรายละเอียดในการพัฒนาดังนี้

4.1 วิเคราะห์ผู้เรียน

4.2 วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับคำศัพท์ และระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์

4.3 ออกแบบวิธีการนำเสนอ

4.4 ออกแบบโครงสร้างของ Meta verse

4.5 ออกแบบสตอรี่บอร์ดในลักษณะแสดงภาพ

4.6 ออกแบบกิจกรรม

4.7 ออกแบบวิธีการประเมินผลและวิธีการนำไปใช้

4.8 ร่างต้นแบบตามที่ออกแบบ

5. เมื่อทำแบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจเสร็จเรียบร้อยแล้วได้นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน เพื่อตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อความเที่ยงตรงและความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามตามวัตถุประสงค์และเนื้อหาการวิจัยซึ่งได้ (IOC: Index of item Objective congruence) เท่ากับ 0.88

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือเมตาเวิร์ส สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แสดงในตารางที่ 4 - 6 ดังนี้

ตารางที่ 4 *แสดงการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจในการใช้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง*

ข้อคำถามของแบบประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านการนำเสนอเนื้อหาของสื่อแบบจำลองมีความน่าสนใจสวยงาม	4.36	0.54
2. ด้านการออกแบบฉากตัวละครสวยงามและเหมาะสม	4.21	0.47
3. ด้านรูปแบบการนำเสนอเรียบง่ายสามารถเข้าถึงได้ทุกเพศทุกวัย	4.63	0.48
4. ด้านการออกแบบรูปภาพมีความสวยงามชัดเจนและสื่อความหมาย	4.54	0.49
5. ด้านการจัดองค์ประกอบด้านกราฟิกของตัวละครตัวอักษรและฉากมีความน่าสนใจชัดเจนโดดเด่นและสวยงาม	4.51	0.55
ค่าเฉลี่ย	**4.45**	**0.03**

พบว่า ผลความพึงพอใจในการใช้รระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ค่าเบี่ยงเบนมารตฐานเท่ากับ 0.03 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับสูงต่อการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการเรียนรู้ ด้านรูปแบบการนำเสนอเรียบง่ายสามารถึงได้ทุกเพศทุกวัย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสูงสุดในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าการออกแบบสื่อมีความเรียบง่ายและเข้าถึงได้ง่าย เหมาะสมกับผู้เรียนทุกกลุ่ม ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้านการออกแบบรูปภาพมีความสวยงามชัดเจนและสื่อความหมาย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสูงเป็นอันดับสอง สะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบรูปภาพมีความสวยงามและสามารถสื่อความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ด้านการจัดองค์ประกอบด้านกราฟิกของตัวละครตัวอักษรและฉากมีความน่าสนใจชัดเจนโดดเด่น

และสวยงาม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 แสดงให้เห็นว่าการจัดองค์ประกอบทางกราฟิกมีความน่าสนใจและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี ซึ่งอาจช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ รองลงมา ด้านการนำเสนอเนื้อหาของสื่อแบบจำลองมีความน่าสนใจสวยงามเท่ากับ 4.36 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 แม้จะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่น ๆ แต่ยังอยู่ในระดับที่ดี แสดงให้เห็นว่าการนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจและดึงดูดผู้เรียนได้ ด้านการออกแบบฉากตัวละครสวยงามและเหมาะสม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 แม้จะมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ยังอยู่ในระดับดี ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่สามารถพัฒนาต่อไปในอนาคตเพื่อเพิ่มความน่าสนใจของสื่อการสอน

ตารางที่ 5 *ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้แบบประเมินเป็นอัตนัยจำนวน 20 ข้อ ในการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมจำนวน 42 คน*

การเรียน	ประสิทธิภาพ	ประสิทธิภาพตามเกณฑ์
ทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	81.58	80
ทดสอบระหว่างเรียน (E_2)	80.36	80

พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนน 81.58 ประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนน 80.36 ผลกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การทดสอบระหว่างเรียน โดยใช้บทเรียนระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์เสมือนจริงสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 6 *แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงกับการสอนแบบปกติ ทั้งหมด 5 ด้าน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมจำนวน 42 คน*

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{x}$	S.D	t
การใช้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยเสมือนจริง	4.312	.346	13.674
การสอนแบบปกติ	3.764	.493	

พบว่า กลุ่มตัวอย่างการสอนเทคโนโลยีเสมือนจริงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.312 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .346 และกลุ่มตัวอย่างการสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.764 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .493 และมีค่า t เท่ากับ 13.674 แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่าการสอนปกติ

6. อภิปรายแลผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่าสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับการเพลิดเพลิน สนุกสนานไปกับการเดินสำรวจภายในห้องเรียนในโลกเสมือนจริง และได้รู้จักกับกระบวนการทำงานของเหล่าอวัยวะชนิดต่าง ๆ ภายในร่างกายของมนุษย์ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ การออกแบบระบบการเรียนรู้มีความน่าสนใจในการเรียนรู้อวัยวะร่างกายของมนุษย์ภายนอก และภายในโดยผู้เรียนสามารถศึกษาโมเดลอวัยวะ 3D ที่สามารถหมุนได้ 360 องศา และยังมีข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับอวัยวะนั้น ๆ ได้มีมากยิ่งขึ้นผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเสมือนจริงในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและน่าสนใจ โดยเฉพาะในการศึกษาโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่นระบบอวัยวะของมนุษย์

2. การประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ ซึ่งสามารถนำเสนอการสรุปผลได้ดังนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [15] ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 และมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.63/80.25 2) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์การใช้บทเรียนมัลติมีเดียของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.79 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.50 และคะแนนของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.81 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.12 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนมัลติมีเดีย พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 0.65 [16] ที่ศึกษารูปแบบการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริง โดยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีความพึงพอใจต่อเมตาเวิร์ส แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ แต่ยังสร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียนในระดับสูง ซึ่งอาจส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระยะยาว

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการสอนของกลุ่มด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงและกลุ่มการสอนแบบปกติพบว่าค่า t ที่ df = 58, $\alpha = .05$ เท่ากับ 2.002 ที่คำนวณเท่ากับ 13.674 มากกว่าค่า t พบว่า นักเรียนกลุ่มการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่ากลุ่มการสอนปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [17] พบว่ากระบวนการถ่ายภาพพาโนรามาช่วงรับแสงสูงเพื่อสร้างระบบนำชมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การถ่ายภาพพาโนรามาช่วงรับแสงสูง 2) การรวมภาพช่วงรับแสงสูง 3) การเชื่อมต่อภาพพาโนรามา 4) การปรับแต่งภาพพาโนรามาช่วงรับแสงสูง 5) การนำภาพพาโนรามาช่วงรับแสงสูงไปใช้กับระบบนำชมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง และ 6) การเผยแพร่ระบบนำชมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยสิ่งสำคัญของระบบนำชมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ แต่ขึ้นอยู่กับการได้มาซึ่งภาพพาโนรามาแบบทรงกลม (Spherical Panorama) ที่คลี่ออกมาเป็นภาพ Equirectangular ที่สมบูรณ์ และองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไฟล์กราฟิก แผนที่ ปุ่มต่าง ๆ การปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบส่วนประสานงานผู้ใช้ (User Interface) สอดคล้องกับงานวิจัยของ [18] พบว่ามีประสิทธิภาพเกมในภาพรวมอยู่ระดับดีมาก และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อเกมดิจิทัลการศึกษาวัฏจักรน้ำฯ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สอดคล้องกับงานวิจัยของ [19] คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้นักเรียนยังระบุด้วยว่าพวกเขาชอบแอปพลิเคชันความจริงเสริม Augmented Reality ในการสัมภาษณ์ มีนักเรียนได้แสดงความเห็นว่า การเห็นอวัยวะภายในแบบ 3 มิติ ทำให้เข้าใจการทำงานของระบบย่อยอาหารได้ดีขึ้นมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเสมือนจริงในการเพิ่มความเข้าใจและพวกเขาต้องการให้นำไปใช้ในบทเรียนอื่นๆ คิดว่าการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ในด้านอื่น ๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ [20] การเรียนรู้จากเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบของการเล่าเรื่องดิจิทัลในการเรียนรู้ผู้เรียนจะใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเรียนรู้สื่อที่หลากหลาย รวมถึงภาพนิ่ง หนังสั้น แอนิเมชั่น เสียง วิดีโอ แอปพลิเคชัน หรือเนื้อหาที่ออกแบบเว็บไซต์บนระบบคลาวด์ผลการวิจัยนี้ยืนยันประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเสมือนจริงในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนเชิงโครงสร้าง เช่น ระบบอวัยวะของมนุษย์ การที่นักเรียนสามารถเห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดล 3 มิติ ช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์และการทำงานของระบบต่างๆ ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ [21] พบว่าการสร้างเครือข่ายโรงเรียนระบบหลักสูตรมีความเข้มแข็งมากขึ้น เวทีให้กว้างขึ้นสำหรับโรงเรียนให้มีส่วนสนับสนุนการปรับปรุงสภาพร่างกายโดยรวมมากขึ้น คุณภาพของสังคมทั้งหมด

7. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถนำมาใช้เป็นสื่อการสอนระบบอวัยวะร่างกายมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริงกับการสอนระบบอวัยวะมนุษย์ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการสอนระบบอวัยวะมนุษย์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตการใช้เทคโนโลยีนี้ในกลุ่มอายุที่ต่ำกว่างานวิจัยก่อนหน้า

2. รูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ระบบอวัยวะ การวิจัยนี้ได้พัฒนารูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการเรียนรู้ระบบอวัยวะ โดยใช้โมเดล 3D ที่สามารถหมุนได้ 360 องศา ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจในโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะได้ดียิ่งขึ้น

3. ผลกระทบของเทคโนโลยีเสมือนจริงต่อแรงจูงใจในการเรียน งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงกับความพึงพอใจและแรงจูงใจของผู้เรียน ซึ่งอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ในระยะยาว

4. แนวทางการออกแบบสื่อการสอนเสมือนจริงสำหรับเด็กประถม งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบสื่อการสอนเสมือนจริงที่เหมาะสมกับระดับความเข้าใจ

และความสนใจของเด็กประถม ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสอนในวิชาอื่น ๆ ได้

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการสอนแบบปกติ และการสอนด้วยการใช้ระบบอวัยวะร่างกายของมนุษย์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง 2 วิธีการสอน ซึ่งเป็นหลักฐานสนับสนุนว่าควรมี การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการเรียนการสอน

องค์ความรู้ใหม่เหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการสอนในอนาคต รวมถึงเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมในด้านการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวงการศึกษาระดับต่าง ๆ

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้สื่อการสอนแบบเสมือนจริงกับสื่อการสอนแบบดั้งเดิม โดยวัดจากคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน รวมถึงการประเมินความเข้าใจในเนื้อหาระยะยาว

8.2 ศึกษาระดับความพึงพอใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนที่ใช้สื่อการสอนระบบอวัยวะแบบเสมือนจริง เทียบกับสื่อการสอนแบบอื่น ๆ โดยใช้แบบสอบถามและการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน

8.3 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนระหว่างการพัฒนาสื่อการสอนแบบเสมือนจริงกับประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาปัจจัยด้านต้นทุน ระยะเวลาในการพัฒนา และผลลัพธ์ทางการศึกษาที่ได้รับ

9. เอกสารอ้างอิง

[1] J. Kummanee, P. Nilsook, and P. Wannapiroon. "Digital learning ecosystem involving steam gamification for a vocational innovator." *International Journal of Information and Education Technology,* Vol. 10, No. 7, pp. 533 - 539, July, 2020.

[2] P. N. Fitrianaa, K.Bektiningsih, and W. Wikanso. "Developing digital learning media of Artsteps virtual exhibition on food chain material." *Research and Development in Education (RaDEn),* Vol. 4, No. 1, pp. 271 - 284, July, 2024.

[3] P. Wimano and W. Sanchana. "Design of Infographic Media with Augmented Reality Technology for Learning of Pattmanon Farm." *Information Technology Journal,* Vol. 19, No. 1, pp. 1 - 8, January - June, 2023.

[4] P. Srisakonsub, J. Nimnua, and S. Pramchu. "Design and Development of Educational Digital Game of Water Cycle for Elementary School Student using Scratch 3.0." *Information Technology Journal,* Vol. 20, No. 1, pp. 75 - 85, January - June, 2024.

[5] A. Chesamae, K. Thongchotchat, and W. Eakpamitsin. "DEVELOPMENT LEARNING GAME ON RESERVED WILDLIFE AND FORBIDDEN TREES ADVENTURE OF ANTRODIA." *Journal of Science and Technology Thonburi University,* Vol. 4, No. 1, pp. 111 - 121, January - June, 2020.

[6] T. Phirom, W.Chitjaruenyoo, P. Phrommueang, and K. Sungkaew. "The Design and Development of a Digital Game to Practice Computational Thinking Skills for Children." *Maejo Information Technology and Innovation Journal,* Vol. 10, No. 1, pp. 1 - 20, January - April, 2024.

[7] C. Evanjeli, N. A. Fitri, Y. Arafat, and Suharsono. "Augmented Reality-Based 3D Technology Learning Media for Human Respiratory Organs." *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications,* Vol. 3, No. 2, pp. 579 - 583, February, 2024.

[8] T. N. Puti1, P. Karyanto1, and U. Fatmawati1. "Application of Project-Based Learning and Discovery Learning in Virtual Media on Analytical Thinking Skills for Animal Classification." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPAJournal of Research in Science Education,* Vol. 10, No. 6, pp. 3083 - 3091, June, 2024.

[9] H. H. Mei and L. S. Sheng. "Applying Situated Learning in a Virtual Reality System to Enhance Learning Motivation." *International Journal of Information and Education Technology,* Vol. 1, No. 4, pp. 298 - 302, October, 2011.

[10] W. Witoowinit and C. Sanrach. "The Development of Virtual Reality Multimedia TechingMedia on Ayutthaya's Architecture History: a Case Study of WAT PHRA RAM."

Journal of Humanities and Social Sciences Rajapruek University, Vol. 2, No. 3, pp. 96 - 108, October 2016 - January 2017, 2017.

[11] P. Jomsri. "Dissemination of Knowledge for Mural Painting on Rattanakosin Island by Virtual Museum System." *Veridian E-Journal, Silpakorn University of humanities, social sciences and arts,* Vol. 10, No. 1, pp. 1028 - 1041, January - April, 2017.

[12] W. A. Prasetya, A. T. Pratama, and W. Safitri. "Development of problem-based learning virtual laboratory on humandigestive system material to improve digital literacy and critical thinking students." *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching,* Vol. 7, No. 1, pp. 23 - 40, 2024.

[13] K. Photisompabwong, S.Saiboonruen, and S. Sripai. "The Development of Screening Application for Learning Disabilities by Android Operating System." *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University,* Vol. 11, No. 1, pp. 121 - 131, January - June, 2024.

[14] N. Kuenseang, W. Wutthiworasin, E. chansri, K. Srianek, and P. Tongprasong. "A Multimedia for Skill Development: Using Tenses (Tower of Tense)." *Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST,* Vol. 6, No. 1, pp. 100 - 109, January - April, 2024.

[15] K. Kwanlamul, Y. Kongthip, and S. Hajisalah. "The Development of a Mobile Application on Functions via Android Operating System for Grade 11 Students." *Journal of Information and Learning,* Vol. 33, No. 3, pp. 46 - 59, September - December, 2022.

[16] C. boonchuen, T. Chueanongkwai, and S. Kankhat. "Development of 3D Learning Materials through Metaverse Mae Kha Canal Case Study." *Journal Science and Technology to Community,* Vol. 1, No. 2, pp. 27 - 35, March - April, 2023.

[17] W. wattanasin, K. Lertbumroongchai, and P. Wannapiroon. "Internet of Thing in Imagineering Education to Develop Creative Innovation." *Journal of Mass Communication Technology, RMUTP,* Vol. 5, No. 1 pp. 69 - 78, January - June, 2020.

[18] N. Sagunngam, S. Tungsinpoolperm, and K. Duangsamran. "Comparative study of 3D rendering software usage efficiency between Lumion program and V-Ray plugin." *Information Technology Journal,* Vol. 20, No. 1, pp. 106 - 112, January - June, 2024.

[19] F. B. Azi and S. Gündüz. "Effects of Augmented Reality Applications on Academic Success and Course Attitudes in Social Studies." *Shanlax International Journal of Education,* Vol. 8, No. 4, pp. 27 - 32, September, 2020.

[20] K. Sarnok, P. Wannapiroon, and P. Nilsook. "Digital Learning Ecosystem by Using Digital Storytelling for Teacher Profession Students." *International Journal of Information and Education Technology,* Vol. 9, No. 1, pp. 21 - 26, January, 2019.

[21] X. He. "Utilizing Virtual Reality and Online Gaming for the Construction and Application of Distance Physical Education Teaching Window in Emergency Situations." *Computer-Aided Design and Applications,* Vol. 21, No. S5, pp. 223 - 236, 10 July, 2024.