ผลของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

The Impact of Scenario-Based Learning in Virtual Reality Learning Environments on Students' Creative Learning Experience of Undergraduate Students

ธนัทณัฏฐ์ ฉัตรภัครัตน์*[1] ชุติวัฒน์ สุวัตถิพงศ์[2]
Thanathnuth Chatpakkarattana*[1] Chutiwat Suwatthipong[2]

Thanathnuth.cha@stou.ac.th*

ส่งบทความ 4 สิงหาคม 2566 แก้ไข 2 ตุลาคม 2566 ตอบรับ 4 ตุลาคม 2566
Received: August,4 2023 Revised: October,2 2023 Accepted: October,4 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ และ 2) ศึกษาผลของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ One-group pretest -posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน 2) แบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน 3) แบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจหลังทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการบริการและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างโดยอาสาสมัคร (Volunteer Sampling) สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent)

ผลการวิจัย พบว่า

1) การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์เรื่องสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) บุคลากร ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา/ผู้สอน นักออกแบบการเรียนการสอน นักเทคโนโลยีการศึกษาปฏิบัติการ ช่างเทคนิค และผู้เรียน (2) เนื้อหาการเรียนรู้ (3) สื่อมัลติมีเดีย (4) เครื่องมือ อุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (5) โปรแกรมการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง และขั้นตอนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ ประกอบ

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)
[1] รองศาสตราจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
[2] อาจารย์ประจำสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
[1] Associate Professor, Office of Educational Technology Sukhothai Thammathirat University
[2] Lectuer, Office of Educational Technology Sukhothai Thammathirat University

ด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน ประกอบด้วยภารกิจ 5 ประการ คือ สำรวจปัญหา สำรวจความต้องการ สำรวจทรัพยากร กำหนดวัตถุประสงค์ และวางแผนการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง และผลการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.36)

2) กลุ่มตัวอย่างการวิจัยที่ทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ มีประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน ทั้งในด้านของสภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริงฯ และด้านสื่อและเนื้อหาในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.75)

คำสำคัญ: เทคโนโลยีเสมือนจริง, การเรียนรู้โดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน, ประสบการณ์การเรียนรู้

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop scenario-based learning in virtual reality learning environments on the creative learning experience of undergraduate students and 2) to study the effect of scenario-based learning in virtual reality learning environments on the creative learning experience of undergraduate students. The research methodology utilized in this study was experimental research with a one-group pretest-posttest design. The research instruments included: 1) scenario-based learning in virtual reality learning environments, 2) the quality evaluation form for scenario-based learning in virtual reality learning environments, 3) the learning experience form for architecture in Ayutthaya province during periods 1 and 3, and 4) the student satisfaction form after testing scenario-based learning in virtual reality learning environments. The research sample was composed of 35 undergraduate students of the school of management Science from Sukhothai Thammathirat Open University and Phranakhon Rajabhat University who used the volunteer sampling method. Data were analyzed by frequency, percentage, standard deviation, and t-test Dependent.

The result of this research showed that

1. The development of scenario-based learning in virtual reality learning environments on the creative learning experience of undergraduate students about architecture in Ayutthaya province consisted of five components: (1) people, (2) content, (3) multimedia, (4) hardware and internet networking, and (5) software for creating virtual reality learning environments. The process of development had four steps: (1) planning and preparing resources for production, (2) production, (3) implementation, and (4) assessment. Moreover, the result of quality evaluation of virtual reality learning environments from content expert and instructional designer had the highest level. (Mean = 4.36, SD = 0.36)

2. The research sample who studied about architecture in Ayutthaya province via scenario-based learning in virtual reality learning environments had the posttest means scores on the creative learning experience test higher than the pretest at the .05 level of significance. In addition, the research sample who studied virtual reality learning environments had the highest level of satisfaction. (Mean = 4.38, SD = 0.75)

Keywords: Virtual Reality Technology,. Scenario-based Learning, Learning Experiences

.....

บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดของโควิด – 19 ที่ผ่านมาส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้ที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนครั้งใหญ่ จากเดิมที่มุ่งเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ ไปสู่การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง เพื่อลดการแพร่กระจายของโรคระบาด สภาพแวดล้อมเสมือนจริงหรือที่นิยมเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Virtual Reality (VR) เป็นเทคโนโลยีซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจำลองที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้นมานั้นอาจอยู่ในโลกความเป็นจริง (The Real World) หรือ โลกจินตนาการ (Imaginary world) ก็ได้ เป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างประสบการณ์การรับรู้แบบดำดิ่ง (Immersive Experience) มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ใช้งานเกิดความรู้สึกการมีส่วนร่วม สามารถโต้ตอบ และทำกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction : HCI) ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงนอกจากจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ทั้งทางด้านธุรกิจ การแพทย์ เกม ความบันเทิงแล้ว ยังนำมาใช้วงการศึกษาเพื่อช่วยสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้อีกด้วย ส่งผลให้เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในอนาคต (Mazuryk and Gervaut, 1999; Sherman and Craig, 2003; Mandal, 2013)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน (Scenario -Based Learning : SBL) เป็นกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสถานการณ์ (Lave and Wenger, 1991 อ้างถึงใน Massey University (n.d.)) โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่ออยู่ภายใต้บริบทที่ตรงหรือใกล้เคียงกับเป็นจริงซึ่งจะช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ Clark (2009) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะหรือส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และใช้สำหรับสถานที่เดินทางไปได้ยากหรือในสถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัยที่จะเข้าถึงได้ในโลกแห่งความเป็นจริง สอดคล้องกับสุดคนึง นฤพนธ์จิรกุล (2561) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานของบัณฑิตไทย เนื่องจากเป็นการสร้างการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ทำให้มองเห็นโลกการทำงานจริง เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับการทำงาน รวมถึงยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมเพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวนับเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพราะเป็นการเน้นบริบทที่ตรงตามโลกแห่งความเป็นจริง เพื่อให้การเรียนรู้นั้นมีความหมายและสัมพันธ์กับตัวผู้เรียน ดังนั้นการส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning Experience) ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้นั้น จำเป็นต้องจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับของจริงในลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์โดยเน้นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active Learner) หรือมีปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าหลาย ๆ รูปแบบเพื่อสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับสถานการณ์จริงได้ในอนาคต (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537; Chi and Idris, 2021) การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อมุ่งค้นหาคำตอบว่าการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานมีองค์ประกอบและขั้นตอนที่สำคัญอะไรบ้างและการใช้สภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริงฯ สามารถช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนได้สูงขึ้นหลังการทดลองใช้ โดยขอบเขตเนื้อหาที่จะทำการศึกษาวิจัย คือ เรื่อง “สถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดวิชา 32484 ความรู้พื้นฐานของมัคคุเทศก์และการท่องเที่ยวอาเซียนของสาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช การศึกษาเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมไทยเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งสำหรับมัคคุเทศก์ จำเป็นต้องเดินทางไปยังสถานที่จริง ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก กอรปกับในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดที่ผ่านมาทำให้ต้องเว้นระยะห่าง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการเป็นมัคคุเทศก์และลดข้อจำกัดในเรื่องของระยะทางและเวลาในการเข้าถึง

แหล่งความรู้ดังกล่าว ข้อค้นพบจากงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นต้นแบบของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

2. เพื่อศึกษาผลการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 77คน จากสาขาวิชาวิทยาการจัดการ (แขนงวิชาบริหารธุรกิจวิชาเอกการจัดการการท่องเที่ยว) ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2/2565 จำนวน 44 คน และคณะวิทยาการจัดการ (สาขาวิชาการท่องเที่ยวและการโรงแรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1/2566 จำนวน 33 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกการจัดการท่องเที่ยวและ/หรือสาขาวิชาการท่องเที่ยวและการโรงเรียน สังกัดมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างโดยอาสาสมัคร (Volunteer Sampling)

2. **ตัวแปร** ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน

ตัวแปรตาม คือ ประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์

3. **นิยามศัพท์เฉพาะ**

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง หมายถึง การนำเสนอเนื้อหาด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงที่เน้นให้ผู้ใช้มองเห็นเสมือนได้เข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นจริง ๆ สามารถโต้ตอบกับมัลติมีเดียได้โดยตรงผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ผ่านการคลิกเมาส์ หรือการสัมผัสหน้าจอคอมพิวเตอร์/สมาร์ตโฟน ในลักษณะของสื่อหลายมิติหรือไฮเพอร์มีเดียที่เนื้อหาภายในสามารถเชื่อมโยงกันจากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่น ๆ โดยมัลติมีเดียประกอบด้วยสื่อในรูปแบบตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียงและวิดีทัศน์เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา สร้างขึ้นจาก 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) บุคลากร (2) เนื้อหา (3) สื่อมัลติมีเดีย (4) เครื่องมืออุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (5) โปรแกรมการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง และ 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง

ประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานเป็นผู้ลงมือกระทำผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่คาดหวัง โดยประเมินจากความรู้พื้นฐานของมัคคุเทศก์ที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาเพื่อนำไปสู่การวางแผนสำหรับประยุกต์ใช้ประกอบวิชาชีพในอนาคต

4. เนื้อหา สถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาระยะที่ 1 และ 3 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดวิชา 32484 ความรู้พื้นฐานของมัคคุเทศก์และการท่องเที่ยวอาเซียน สาขาวิชาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

5. ระยะเวลาดำเนินการ 4 สัปดาห์ (มิถุนายน – กรกฎาคม 2566)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองแบบ one group pretest posttest design เป็นการศึกษาทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว มีการวัดก่อนเรียน (Pretest) เมื่อให้สิ่งทดลองแล้วจึงทำการวัดผลหลังเรียน (Posttest) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามก่อนและหลังการทดลองได้

O_1	X	O_2	กลุ่มทดลอง

O_1 = ตัวอย่างการวิจัยทดสอบประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องสถาปัตยกรรมสมัยอยุธยา (ก่อนเรียน)

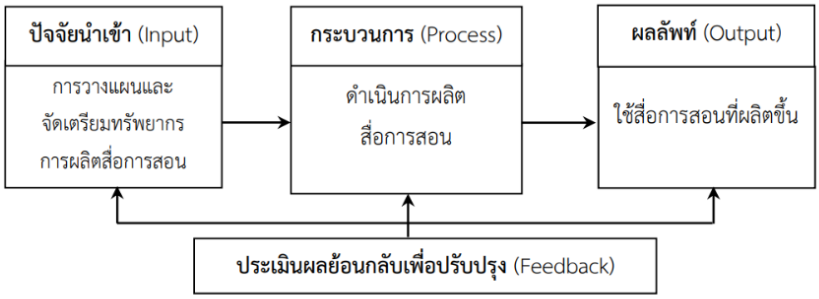
X = สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเรื่องสถาปัตยกรรมสมัยอยุธยา

O_2 = ตัวอย่างการวิจัยทดสอบประสบการณ์การเรียนรู้เรื่องสถาปัตยกรรมสมัยอยุธยา (หลังเรียน)

2. ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality Technology) การเรียนรู้โดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน (Scenario- Based Learning) และประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning Experience) แล้วนำมาสังเคราะห์เพื่อนำมากำหนดเป็น กรอบแนวคิดและทฤษฎีสำหรับการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน โดยใช้แนวคิด การจัดระบบสื่อการสอนซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการจัดระบบสื่อการสอน

ที่มา : ปรับจากภาพองค์ประกอบหลักของการจัดระบบสื่อการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554)

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานที่พัฒนาขึ้นกับตัวอย่างการวิจัย ที่นักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยไทย สาขาการบริการและการท่องเที่ยว จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้อาสาสมัคร มีการปฐมนิเทศแนะนำการใช้งานสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ ผ่านระบบออนไลน์ และให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน จากนั้นรวบรวมข้อมูลนำไปวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติค่าที (t–test for dependent)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานฯ โดยนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 คน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน ประเมินคุณภาพเครื่องมือการวิจัยโดยใช้เกณฑ์แบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาปรับแก้ไขก่อนไปทดลองใช้

3.2 แบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจำนวน 15 ข้อ โดยนำเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 คน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Congruence: IOC) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ค่า IOC ทั้งฉบับ=0.98 แบบวัดมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.36–0.88 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.12-0.48 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ = 0.85

3.2 แบบประเมินความพึงพอใจ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 2 ประเด็น ได้แก่ (1) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง และ (2) สื่อและเนื้อหา

4. การดำเนินการวิจัย

4.1 การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานฯ เป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาสื่อ/มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ และการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง จากนั้นนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) บุคลากร ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา/ผู้สอน นักออกแบบการเรียนการสอน นักเทคโนโลยีการศึกษาปฏิบัติการ ช่างเทคนิคและผู้เรียน (2) เนื้อหาการเรียนรู้ (3) สื่อมัลติมีเดีย (4) เครื่องมือ อุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (5) โปรแกรมการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง (ณัฐกร สงคราม, 2553; สุริยัน หมอยา, 2560; สุนทรี มนตรีศรี และทะนงศักดิ์ โสวจัสสตากุล, 2562; ปิยวัฒน์ ตรัสสรณวาทิน และธนะวัชร จริยะภูมิ, 2564; Lee and Owens, 2004; Onyesolu and Eze; 2011) สำหรับขั้นตอนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงใช้แนวคิดการจัดระบบสื่อการสอนของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน เป็นขั้นตอนแรกที่จะต้องดำเนินการประกอบด้วยภารกิจ 5 ประการ ได้แก่ สำรวจปัญหา สำรวจความต้องการ สำรวจทรัพยากร กำหนดวัตถุประสงค์ และวางแผนการผลิตสื่อการสอน

ภารกิจที่ 1 สำรวจปัญหา เป็นการสำรวจถึงความจำเป็นที่ต้องผลิตสื่อการสอนเพื่อใช้เป็นช่องทางในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระสำคัญ เนื่องจากการประกอบวิชาชีพทางด้านมัคคุเทศก์ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านประวัติศาสตร์ ศาสนา ศิลปวัฒนธรรม และสถาปัตยกรรม เป็นต้น และจะมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบของการศึกษานอกสถานที่ (Field Trips) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับและเรียนรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ภายนอกสถานที่เรียน แต่การศึกษานอกสถานที่จำเป็นต้องใช้เวลาและงบประมาณในการเดินทาง รวมถึงบางสถานที่มีเวลาการเข้าเยี่ยมชมจำกัด อาจปิดปรับปรุงหรือซ่อมแซมทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเพื่อเรียนรู้ได้ หรือบางสถานที่เดินทางไปได้ยากและอาจเผชิญกับความไม่ปลอดภัยหากเป็นช่วงมรสุม กอรปกับในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ส่งผลทำให้การเดินทางเพื่อไปศึกษานอกสถานที่ไม่สามารถกระทำได้

ภารกิจที่ 2 สำรวจความต้องการ ด้วยการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่มีอายุเฉลี่ยระหว่าง 18-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.5 จากประชากรทั้งหมดของประเทศไทย พบว่าใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยวันละ 8 ชั่วโมง 57 นาที โดยกิจกรรมยอดนิยมที่ยังคงติดอันดับ คือ กิจกรรมการดูรายการโทรทัศน์/คลิป/ดูหนัง/ฟังเพลง ร้อยละ 41.51 และกิจกรรมการอ่านโพสต์/ข่าว/บทความ/หนังสือออนไลน์ ร้อยละ 29.51 (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2565) ยิ่งไปกว่านี้ยังพบว่าประชากรที่มีอายุน้อยหรือ Gen Z (23 ปี/น้อยกว่า) มีแนวโน้มที่จะเลือกรับชมรายการโทรทัศน์ผ่านทางเว็บไซต์และแอปพลิเคชันมากกว่าประชากรสูงอายุ เพราะสามารถรับชมย้อนหลังและ/หรือรับชมตามความต้องการที่ตนเองสะดวก (กสทช., 2562) ยิ่งไปกว่านี้กลุ่มคนในช่วงอายุดังกล่าวเติบโตมาพร้อมกับการพัฒนาของเทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ต ดังนั้นการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อตอบโจทย์พฤติกรรมของผู้เรียนจึงออกแบบให้สามารถโต้ตอบหรือแชร์ความรู้ร่วมกับผู้อื่นได้

ภารกิจที่ 3 สำรวจทรัพยากร เป็นการสำรวจงบประมาณ เครื่องมือ อุปกรณ์ สื่อการสอน และแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้การแบบเสมือนจริงฯ พบว่าสื่อการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ ตำรา เอกสารประกอบการสอน

เป็นต้น ซึ่งเป็นสื่อในรูปแบบของวจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) เป็นประสบการณ์ขั้นที่เป็นนามธรรมมากที่สุด ดังนั้นการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ นับว่าเป็นการสร้างประสบการณ์รอง (Contrived Experience) ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ จำเป็นจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อใช้บันทึกภาพ 360 องศา รวมถึงสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ คลิปเสียง และคลิปวิดีโอ ให้สร้างการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา

ภารกิจที่ 4 กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหาที่นำมาจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ คือ เรื่อง “สถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา” มีเป้าหมายเพื่อได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อสามารถนำไปประกอบอาชีพการเป็นมัคคุเทศก์ได้ ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาของระยะแรกและระยะที่สาม คณะผู้วิจัยได้กำหนดฉากทัศน์สำหรับสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ จำนวน 2 สถานที่ ได้แก่ วัดพุทไธศวรรย์และวัดชุมพลนิกายาราม ทั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ไว้ดังนี้

1.นักศึกษาสามารถอธิบายลักษณะเด่นของสถาปัตยกรรมสมัยอยุธยาได้

2. นักศึกษาสามารถอธิบายประวัติความเป็นมาของวัดพุทไธศวรรย์และวัดชุมพลนิกายารามได้

3.นักศึกษาสามารถบอกโบราณสถานที่สำคัญของวัดพุทไธศวรรย์และวัดชุมพลนิกายารามได้

ภารกิจที่ 5 วางแผนการผลิตสื่อการสอน หรือขั้นเตรียมการเพื่อกำหนดแผนการทำงานล่วงหน้าก่อนที่จะเริ่มผลิตสื่อการสอน ประกอบด้วย (1) การวิเคราะห์เนื้อหาร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และนักออกแบบการเรียนการสอน โดยได้คัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการนำมาจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ (2) การสำรวจสถานที่ เพื่อศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมและนำมากำหนดประเด็นเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (3) เขียนสคริปต์สำหรับการผลิตสื่อวิดีโอเพื่อนำมาใช้เป็นช่องทางการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา (4) ประชุมทีมงานฝ่ายผลิต ได้แก่ ทีมงานถ่ายทำนอกสถานที่และนักเทคโนโลยีการศึกษาปฏิบัติการ เพื่ออธิบายขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบ และ (5) จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับการผลิตสื่อการสอน

(2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน จะครอบคลุมขั้นตอนระหว่างดำเนินการผลิตและหลังดำเนินการผลิต โดยระหว่างดำเนินการผลิต ประกอบด้วยการบันทึกภาพ 360 องศา ด้วยกล้องและขาตั้งกล้อง การซักซ้อมและการบันทึกภาพวีดิทัศน์ และการถ่ายภาพนิ่ง เพื่อนำมาใช้จัดทำเป็นสื่อมัลติมีเดียต่อไป โดยหลังจากได้ไฟล์ภาพ 360 องศา ภาพวีดิทัศน์และภาพนิ่งแล้ว จะเข้าสู่ขั้นหลังดำเนินการผลิต ประกอบด้วย การตัดต่อภาพและเสียงเพื่อให้ได้คลิปวิดีโอที่สมบูรณ์ การอัปโหลดภาพ 360 องศาขึ้นโปรแกรมสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง การจัดเตรียมสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ การเขียนสคริปต์สำหรับจัดสภาพแวดล้อมเสมือน การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในเว็บไซต์ Thinglink และการเผยแพร่สภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นไปยังแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น ระบบบริหารการจัดการเรียนรู้ โซเชียลมีเดีย และแอปพลิเคชันเพื่อการติดต่อสื่อสาร (LINE) เป็นต้น

หลังจากพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ แล้วได้นำสื่อการสอนดังกล่าวไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 คน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน ประเมินคุณภาพสื่อการสอนที่ผลิตขึ้น จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ก่อนนำไปทดลองใช้

(3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น ในขั้นตอนนี้ได้มีการประสานงานกับผู้สอนระดับปริญญาตรี สาขาการบริการและการท่องเที่ยว ผ่านการประชุมชี้แจงในรูปแบบออนไลน์ โดยคณะวิจัยได้จัดเตรียมข้อความชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนการทดลองใช้สื่อสำหรับนักศึกษา ลิงก์ในการเข้าถึงแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ (ก่อนและหลังเรียน) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง 2 ชุด และแบบประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้ (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 4.2)

(4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง เป็นการนำคะแนนจากแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ผลว่าหลังจากทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงแล้วนักศึกษามีคะแนนเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนรู้หรือไม่ รวมถึง

การวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ความพึงพอใจหลังการทดลองใช้สื่อเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้เป็นต้นแบบของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการบริการและการท่องเที่ยวต่อไป

4.2 การศึกษาผลการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน เป็นการวิจัย เชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกการจัดการการท่องเที่ยว สังกัดมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และสาขาการบริการและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 35 คน มีรายละเอียดดังนี้

(1) จัดเตรียมข้อมูลการชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนการทดลองใช้สื่อ พร้อมจัดทำแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ และสร้างลิงก์ฉบับย่อสำหรับการเข้าถึงแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเพื่อการเข้าถึงที่สะดวกรวดเร็วรองรับทุกอุปกรณ์การใช้งานสำหรับนักศึกษา

(2) ประสานงานไปยังผู้สอนระดับปริญญาตรี สาขาการบริการและการท่องเที่ยว เพื่อขออนุญาตชี้แจงรายละเอียดของขั้นตอนการทดลองใช้สื่อสำหรับนักศึกษา ลิงก์ในการเข้าถึงแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ (ก่อนและหลังเรียน) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง 2 ชุด และแบบประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้กับตัวอย่างการวิจัย

(3) ดำเนินการให้ตัวอย่างการวิจัยทำแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ (ก่อนเรียน) จากนั้นทำการศึกษาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง เมื่อเรียนจบทำแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ (หลังเรียน) และประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง โดยคณะผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ คอยชี้แนะ และตอบคำถามหากมีข้อสงสัย

(4) นำผลคะแนนที่ได้จากวัดประสบการณ์การเรียนรู้ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) และแบบประเมินความพึงพอใจหลังการทดลองใช้ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้สถิติที่เกี่ยวข้อง

5.1 ผลการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน แบ่งประเด็นการประเมินเป็น 2 ส่วน คือ (1) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง และ (2) สื่อและเนื้อหาการเรียนรู้ รวม 15 ข้อ โดยลักษณะข้อคำถามเป็นแบบจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ ลิ-เคิร์ท (Likert Scale) จากนั้นนำไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 2 คน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน ประเมินคุณภาพเครื่องมือการวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.3 วิเคราะห์ผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนของแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ ของตัวอย่างการวิจัยก่อนและหลังการทดลอง ใช้การวิเคราะห์ค่า t โดยใช้สถิติ t-test dependent และวิเคราะห์ผลความพึงพอใจด้วยสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานฯ ประกอบด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงของสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาตอนต้นซึ่งเป็นการนำเสนอโดยใช้โบราณสถานของวัดพุทไธศวรรย์และวัดชุมพลนิกายารามเป็นสถานที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ผ่านการโต้ตอบเนื้อหาในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดีย ดังแสดงภาพดังภาพที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ภาพที่ 2 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงของสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาตอนต้น พระปรางค์องค์ใหญ่ ณ วัดพุทไธสวรรย์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (https://bit.ly/vrwatphutt)

ภาพที่ 3 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงของสถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยาระยะที่สาม เจดีย์ย่อมุมไม้สิบสอง ณ วัดชุมพลนิกายาราม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (https://bit.ly/vrwat)

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ (N = 3)

รายการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง	ค่าสถิติพื้นฐาน		แปลความหมายความเหมาะสม
	Mean	S.D.	
1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง			
1.1 ช่วยสร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงหรือเสมือนได้เข้าไปอยู่ในสถานที่จริง	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้และพัฒนาทักษะการเป็นมัคคุเทศก์ได้	4.00	0.00	มาก
1.3 ทำให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ได้เรียนรู้	3.67	0.58	มาก
1.4 เปิดโอกาสให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับคอมพิวเตอร์ (เทคโนโลยี)	4.67	0.58	มากที่สุด
1.5 ช่วยลดข้อจำกัดของระยะทางและเวลาในการเข้าถึงสถานที่ที่เดินทางไปได้ยากหรือไม่ปลอดภัย	4.33	0.58	มากที่สุด
1.6 ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Active Learner)	4.00	0.00	มาก
1.7 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิกิริยาตอบสนองกับสิ่งเร้าที่หลากหลายรูปแบบ	4.00	1.00	มาก
1.8 ทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับสถานการณ์จริงได้ในอนาคต	4.67	0.58	มากที่สุด
2. สื่อและและเนื้อหา			
2.1 เส้นทางการเรียนรู้ในสื่อ VR สามารถช่วยนำทางไปยังจุดหมายหรือสถานที่ที่ต้องการได้	4.00	0.00	มาก
2.2 สัญลักษณ์ในปรากฏในสื่อ VR (ปุ่มหรือไอคอน) สื่อความหมายได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน	4.00	0.00	มาก
2.3 คลิปวิดีโอในสื่อ VR นำเสนอสาระสำคัญที่เป็นประโยชน์และมีความน่าสนใจ	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 ขนาดของตัวอักษรในสื่อ VR มีขนาดเหมาะสม อ่านง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 รูปภาพประกอบในสื่อ VR มีความคมชัดและสื่อความหมาย	4.33	0.58	มากที่สุด
2.6 ความยาวของการนำเสนอเนื้อหาสาระมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
ภาพรวม	4.36	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของรายการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ พบว่าภาพรวมของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.36, SD = 0.36)

การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) บุคลากร (2) เนื้อหาการเรียนรู้ (3) สื่อมัลติมีเดีย (4) เครื่องมือ อุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (5) โปรแกรมการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง และ 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน ประกอบด้วยภารกิจ 5 ประการ คือ สำรวจปัญหา สำรวจความต้องการ สำรวจทรัพยากร กำหนดวัตถุประสงค์ และวางแผนการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีเสมือนจริง แนวคิดการจัดระบบสื่อการสอน จากนั้นนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง เรื่อง “สถาปัตยกรรมไทยสมัยอยุธยา” ดังภาพที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงฯ ของกลุ่มตัวอย่างการวิจัยจำนวน 35 คน ซึ่งได้ทำแบบประเมินก่อนการเรียนรู้ 15 ข้อ และหลังการเรียนรู้ 15 ข้อ สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้ก่อนและหลังทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน

คะแนน	n	Mean	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	35	6.94	3.54	-6.27*
หลังการทดลอง	35	10.49	3.38	

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัยที่เข้ารับการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน มีคะแนนจากแบบวัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.94 คะแนน และ 10.49 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนของประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาหลังจากทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง โดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน (n = 35)

รายการประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง	ค่าสถิติพื้นฐาน		แปลความหมายความพึงพอใจ
	Mean	S.D.	
1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง	4.41	0.66	มากที่สุด
2. สื่อและและเนื้อหา	4.34	0.83	มากที่สุด
ภาพรวม	4.38	0.75	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของรายการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาหลังจากทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.38, SD = 0.75) และผลการวิเคราะห์ข้อคิดเห็นเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาสื่อเพิ่มเติม พบว่านักศึกษามีความเห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นักศึกษาเห็นบรรยากาศโดยรอบของสถานที่แบบ 360 องศา เสมือนกับการได้เดินทางหรือหลุดเข้าไปยังสภาพแวดล้อมนั้นจริง ๆ สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับการประกอบอาชีพมัคคุเทศก์ได้ในอนาคต สื่อและเนื้อหาที่นำเสนอในแต่ละจุดมีความน่าสนใจ กระชับ ชัดเจนและเข้าใจง่าย ระยะเวลาในการเรียนรู้ในแต่ละสถานที่ในสภาพแวดล้อมฯ มีความเหมาะสม

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานฯ เป็นการดำเนินงานที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังเช่น องค์ประกอบแรกของการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงคือ “บุคลากร” สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ผู้สร้างและผู้ใช้งาน สอดคล้องกับ**ปิยวัฒน์ ตรัสสรณวาทิน และธนะวัชร จริยะภูมิ (2564) ที่ได้แบ่งผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมและความเป็นจริงเสมือนเป็นสองส่วนคือผู้สร้างและผู้ใช้งาน** โดยทีมงานหลักที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างหรือพัฒนาประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา นักออกแบบการเรียนการสอน นักเทคโนโลยีการศึกษาปฏิบัติการ ช่างเทคนิค (ช่างภาพ/ช่างวิดีโอ/ช่างตัดต่อ) สอดคล้องกับณัฐกร สงคราม (2553) ที่กล่าวถึงความสำคัญของทีมงานผลิตว่าผลงานมัลติมีเดียที่เกิดจากความร่วมมือของผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ย่อมมีคุณภาพดีกว่าผลงานที่ผลิตขึ้นด้วยบุคคลเพียงคนเดียว สำหรับนักศึกษา/ผู้เรียน คือกลุ่มเป้าหมายหรือผู้ใช้งานสื่อที่พัฒนาขึ้นและให้ผลสะท้อนกลับเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป องค์ประกอบที่สองคือเนื้อหาการเรียนรู้/เนื้อหาวิชา เป็นปัจจัยที่สำคัญที่นำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และมัลติมีเดียที่จะนำมาใช้ประกอบในการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงให้สอดคล้องและเหมาะสม โดยหลังจากการวิเคราะห์เนื้อหาชุดวิชา 32484 ความรู้พื้นฐานของมัคคุเทศก์และการท่องเที่ยวอาเซียน พบว่าเรื่องสถาปัตยกรรมไทยเป็นเนื้อหาที่ควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากสถานที่จริง แต่ด้วยข้อจำกัดข้อจำกัดในเรื่องของระยะทางและเวลาในการเข้ารับชมจากสถานที่จริงจึงจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในการถ่ายทอดเนื้อหาเพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับสุริยัน หมอยา (2560) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนามัลติมีเดียสามมิติแบบเสมือนจริงสำหรับพิพิธภัณฑ์เรือนล้านนา เพราะต้องการให้อนุชนรุ่นหลังได้มีโอกาสศึกษาเรียนรู้และสืบสานศิลปสถาปัตยกรรมที่ทรงคุณค่าของบรรพชนในลักษณะสื่อเสมือนจริง สามมิติ และเข้าถึงได้โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ องค์ประกอบที่ 3 คือ สื่อมัลติมีเดีย เนื่องจากการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงเน้นการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างสื่อกับผู้ใช้ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้สื่อหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น

ตัวอักษร/ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง วีดิทัศน์ เพื่อสร้างการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ผ่านการมองเห็น การได้ยินเสียง และการลงมือกระทำเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับณัฐพงษ์ พระลับรักษา (2561) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดมหาสารคาม โดยประยุกต์ใช้วิดีทัศน์ กราฟิก ข้อความ เสียง และภาพเคลื่อนไหวมานำเสนอข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวสำคัญในรูปแบบเสมือนจริง องค์ประกอบที่ 4 คือ เครื่องมือ อุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และองค์ประกอบที่ 5 **โปรแกรมการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง** ซึ่งเปรียบเสมือนกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อการสร้างชิ้นงาน เนื่องจากการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ และโปรแกรมเฉพาะทาง สอดคล้องกับ Onyesolu and Eze (2011) ที่อธิบายถึงเครื่องมือ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องสำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสื่อหรือสภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริง

ในส่วนของขั้นตอนการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดระบบสื่อการสอนของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2554) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวางแผนและจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตสื่อการสอน (2) ดำเนินการผลิตสื่อการสอน (3) ใช้สื่อการสอนที่ผลิตขึ้น และ (4) ประเมินผลย้อนกลับเพื่อปรับปรุง เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกล โดยขั้นตอนดังกล่าวมีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับ Lee and Owens (2004) ที่แบ่งขั้นตอนการพัฒนาสื่อเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมการก่อนการผลิต (Preproduction) ขั้นผลิต (Production) และขั้นหลังการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ (Postproduction and quality review) และ ณัฐกร สงคราม (2553) ที่อธิบายถึงโมเดลกระบวนการพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Planning) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) และการประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

2 .ผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐาน พบว่ากลุ่มตัวอย่างประสบการณ์การเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทรี มนตรีศรี และทะนงศักดิ์ โสวจัสสตากุล (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องสร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และงานวิจัยของสุริยัน หมอยา (2560) ที่มีการประเมินผลความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานของมัลติมีเดียสามมิติแบบเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น พบว่ากลุ่มใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถทำให้การเผยแพร่ความรู้ทางด้านศิลปวัฒนธรรมอยู่ในรูปแบบดิจิทัลที่เข้าถึงได้สะดวก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยไปใช้ ผู้สอนระดับปริญญาตรี วิชาเอกการจัดการการท่องเที่ยวและ/หรือ สาขาการบริการและการท่องเที่ยว สามารถนำสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงโดยใช้ฉากทัศน์เป็นฐานฯ ไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อเสริมประกอบการศึกษาจากหนังสือ ตำรา หรือเอกสารประกอบการสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบประสานเวลา (synchronous learning activity) โดยผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนแสดงบทบาทสมมติการเป็นมัคคุเทศก์และนำเที่ยวชมโบราณสถาน โบราณวัตถุในวัดสมัยอยุธยาได้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบไม่ประสานเวลา (asynchronous learning activity) โดยผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาสื่อในลักษณะของแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ก่อนเรียนหรือหลังเรียนเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเวลาใดก็ได้ตามความสะดวกหรือความพร้อมของตนเอง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป คือการนำโบราณวัตถุที่ปรากฏอยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงมาจัดทำในรูปแบบสามมิติ (3D) เพื่อสร้างมุมมองการมองเห็นแบบ 360 องศา โดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เช่นเมาส์ ขยับหรือเคลื่อนย้ายวัตถุได้ ซึ่งจะช่วยเพิ่มบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใกล้ชิดกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2565). *รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2565*. https://www.etda.or.th/getattachment/78750426-4a58-4c36- 85d3-d1c11c3db1f3/IUB-65-Final.pdf.aspx

คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, สำนักงาน. (2562). *สำรวจพฤติกรรมและแนวโน้มการรับชมสื่อภาพเคลื่อนไหวของคนไทย ปี 2562*. https://www.nbtc.go.th/News/Information/39402.aspx?lang=th-TH

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2554). ระบบสื่อการสอนสำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน หน่วยที่ 1*. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ณัฐกร สงคราม. (2553). *การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพงษ์ พระลับรักษา. (2561). *การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) เพื่อการประชาสัมพันธ์ท่องเที่ยวในจังหวัดมหาสารคาม*. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ปิยวัฒน์ ตรัสสรณวาทิน และธนะวัชร จริยะภูมิ. (2564). การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมและความจริงเสมือนในการนำเสนอแผนภาพภูมิสารสนเทศของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง. *วารสารสาระคาม*, 12(2), 184-201.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการสอน: ภาคปฏิบัติ*. ุอาร์ แอนด์ ปรินท์.

สุดคนึง นฤพนธ์จริกุล. (2561). การออกแบบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษโดยใช้ฉากสถานการณ์เป็นฐาน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์*, 5(1), 16-28. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/rpu/article/view/191542

สุนทรี มนตรีศรี และทะนงศักดิ์ โสวจัสสตากุล. (2562). การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องสร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(2), 40-47.

สุริยัน หมอยา. (2560). *การพัฒนามัลติมีเดียสามมิติแบบเสมือนจริงสำหรับพิพิธภัณฑ์เรือนล้านนา*. [การค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Chi, P. G. & Idris, M. Z. (2021). Employing Virtual Reality (VR) Technology with Experiential Learning Perspective to Enhance Students' Learning Experience. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(4), 650-655. http://dx.doi.org/10.6007/IJARBSs/v1l-i4/9712

Clark, R., (2009). Accelerating expertise with scenario based learning. Learning Blueprint. VA: American Society for Teaching and Development.

Lee, W.W. & Owens, L.D. (2004). *Multimedia-based Instructional Design: computer-based training, web-based training, distance broadcast training, performance-based solutions* (2nd ed). Pfeiffer.

Mandal, S. (2013). Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 304-409. https://www.ijser.org/researchpaper/Brief-Introduction-of-Virtual-Reality-its-Challenges.pdf

Massey University. (n.d.). Scenario-based Learning. https://pdf4pro.com/view/scenario-based-learning-massey-university-65494b.html

Mazuryk, T. & Gervautz, M. (1999). *Virtual Reality-History, Applications, Technology, and Future*. TU Wien. https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1996/mazuryk-1996-VRH/TR-186-2-96-06Paper.pdf

Onyesolu, O. M. & Eze, U. F. (2011). Understanding Virtual Reality Technology: Advances and Applications, *Advances in Computer Science and Engineering,* Dr. Matthias Schmidt (Ed.), InTech, http://www.intechopen.com/books/advances-in-computerscience-and-engineering/understanding-virtual-reality-technology-advances-and-application

Sherman, R. W. & Craig, B. A. (2003). *Understanding Virtual Reality – Interface, application, and Design.* http://www.arise.mae.usp.br/wp-content/uploads/2018/03/Understanding-Virtual-Reality-Interface-Application-and-Design-The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Computer-Graphics-.pdf

.....