

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิด
ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

Development of Augmented Reality (AR) Technology to Enhance
Thinking Skill for Higher Education Students

ก้องเกียรติ หิรัญเกิด^{1*}, ณัฐปคัลภ กิตติสุนทรพิศาล² และ พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย³

Kongkiat Hiranker^{1*}, Nattapakal Kittisunthonphisarn², and Pornsawan Amornsakchai³

^{1,2}คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

^{1,2}Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

³Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Corresponding author, email: kongkieat.hir@rmutr.ac.th

Received: 25 Sep 2023, Revised: 14 Nov 2023, Accepted: 20 Nov 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนและหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีระดับการคิดที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 19.16 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.33 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดที่ต่างกันของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความจริงเสริม, ทักษะการคิด, นักศึกษาระดับอุดมศึกษา, ความคิดสร้างสรรค์

Abstract

The purposes of this research were; to develop Augmented Reality (AR) technology media to improve thinking skills of higher education students, to compare student achievement through Augmented Reality (AR) technology before and after studying, and to compare the academic achievement of students with different levels of thinking. A quasi-experimental research method was used with a sample of 30 students who were selected through simple random sampling. Data analysis was conducted using mean, standard deviation, t-test, and one-way ANOVA. The results can be summarized as follows. 1) The mean academic achievement score of students using AR technology before learning was 19.16, and the mean academic achievement score after learning was 25.33, which was higher than before learning. 2) The academic achievement score of students using AR technology after learning was significantly higher than before learning at the 0.05 level 3) The academic achievement score of students using AR technology to develop different levels of critical thinking was not significantly different.

Keywords: Augmented Reality (AR), Thinking Skill, Undergraduate, Creative Thinking

ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 ด้วยการสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนสนใจใฝ่รู้และดึงดูดผู้เรียนโดยการนำสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกของความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความเป็นจริง ผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล ได้แก่ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์แสดงผลภาพอื่น ๆ เพื่อให้เห็นภาพเสมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งนิยมใช้มากในทางการแพทย์ การท่องเที่ยว ด้านธุรกิจ ด้านการศึกษา ด้านสื่อสิ่งพิมพ์ เป็นต้น การนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้เป็นการส่งเสริมให้ผู้ใ้ได้เข้าถึงโลกความเป็นจริงผ่านการรับรู้ด้านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการมอง การฟัง หรือการสัมผัส เมื่อนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ทางการศึกษาจะสามารถสร้างรูปแบบการตอบสนองและปฏิสัมพันธ์ที่แปลกใหม่ในการจัดการเรียนการสอนเป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนการโดยนำเอาเทคโนโลยีมาบูรณาการเข้ากับการสอนในปัจจุบันเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการเรียนให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความน่าสนใจ ไม่เบื่อหน่าย สร้างแรงจูงใจ กระตุ้นความ

อยากรู้ และประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้น ก่อให้เกิดผลในเชิงบวกต่อผู้เรียน สามารถเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ดีขึ้น หากนำมาจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning: 5E's) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ให้เสาะแสวงหาความรู้ สืบค้น ค้นพบ ความรู้ด้วยเหตุและผลให้ได้คิดวิเคราะห์ ค้นคว้าคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเองจากสถานการณ์จริงตามที่คุณสอนได้วางแผนไว้ทำให้ผู้เรียนเกิดคำถามสำรวจและตรวจสอบ ดังนั้น ความรู้ที่เกิดขึ้นของผู้เรียน จึงเกิดจากประสบการณ์เรียนรู้และโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน โดยมีผู้สอนคอยเป็นผู้ช่วยสนับสนุนและสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และเป็นการสนับสนุนการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและได้สื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ก่อนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีระดับทักษะการคิดที่ต่างกัน

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เทคโนโลยีความจริงเสริม

เทคโนโลยีโลกความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกในความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งถือว่าการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual World) เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความ ตัวอักษร ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง จุดเริ่มต้นของ AR คือ การนำเสนอรายการข่าวทางโทรทัศน์ เช่น การนำเสนอผลการแข่งขันระหว่างนัด หรือ News ticker ซึ่งด้านล่างจอของ CNN คือรูปแบบในการอธิบายความเป็น Augmented reality ทำให้ข้อมูลที่ไม่สามารถอธิบายได้บนรูปภาพเกิดขึ้นในโลกจริง สิ่งสำคัญของ AR คือ ลักษณะของสมาร์ทโฟนได้เปลี่ยนการติดต่อสื่อสาร คือ การอ่านอีเมลระหว่างเดินทาง ใช้เฟซบุ๊ก และ Location-based Services การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุปกรณ์เหล่านี้ทำให้เกิดขอบเขตใหม่ของ Augmented Reality เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงได้เข้ามาใกล้ตัวมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบเกม โซเชียลมีเดียต่าง ๆ เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงออกแบบมาเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้ใช้ โดยปกติ AR พบบนสมาร์ทโฟนและสมาร์ทโฟนถูกใช้ด้วยมือและมีกล้องติดตามด้วยเสมอ ซึ่งกล้องนี้ เปรียบเสมือนดวงตาที่ทำให้เรามองเห็นโลกทั้งใบ เราไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลผ่านจอประสาทตาได้แต่เราสามารถใช้อจอของสมาร์ทโฟนได้ สื่อกระบวนทัศน์จะช่วยให้ AR มีประโยชน์มากกว่าธรรมชาติ ซึ่งทุกวันนี้โทรศัพท์มือถือถือส่วนใหญ่ ถูกตัดสินด้วยคำว่า “Smart” นั่นคือความฉลาดนั่นเอง กล่าวคือโทรศัพท์คือหนึ่งในอุปกรณ์ส่วนตัวที่อยู่ในเชิงการตลาด คือ Augmented Reality นำเสนอข้อมูล ความบันเทิง และความรู้ได้พร้อมกัน

Ronald (1997) ได้นิยามว่า เทคโนโลยีความจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความจริงและโลกเสมือนให้อยู่ด้วยกัน โดยใช้วิธีซ้อนภาพสองมิติหรือสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนให้อยู่บนภาพที่เห็นจริงและสามารถโต้ตอบได้ทันที (Interactive in Real Time) สรุปได้ว่า สื่อความจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและสามารถผสมผสานระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นประสบการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นได้จากการผสมผสานโลกเสมือนจริงกับโลกจริงจะตอบสนองต่อการเรียนรู้และรวมถึงความหลากหลายของส่วนประกอบหรืออุปกรณ์อื่น ๆ

พนิดา ตันสิริ (2553) กล่าวว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก

รักษพล ธนานุวงศ์ (2553) กล่าวว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสมโลกของความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริงผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (Real Time) ซึ่งในอนาคต

อันใกล้ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วยสมาร์ทโฟน แท็บเล็ตและนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น Google Glass

ไพฑูริย์ ศรีฟ้า (2553) กล่าวว่า Augmented Reality หรือ AR ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกันผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Computer, Webcam, Pattern, Software ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอ มอนิเตอร์ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์แสดงผล หรือโปรเจคเตอร์ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้น จะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที มีลักษณะทั้งที่เป็นภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ ภาพนิ่ง และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

Milgram & Fumio Kishino (1994) กล่าวว่า AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง และสภาพแวดล้อมที่เสมือน อย่างไรก็ตามความหมายของ AR ยังไม่มีการนิยามที่แจ่มชัด แม้ว่าเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวางก็ตาม

สรุปว่า Augmented Reality (AR) หรือ เทคโนโลยีความจริงเสริมหมายถึงการผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริง (Virtual World) เข้ากับโลกของความจริง (Real World) โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อประเภทต่าง ๆ อาทิ กล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อให้ผู้ดูเห็นภาพเสมือนอยู่ในสถานการณ์นั้นจริง ๆ

2. แนวคิดทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ได้มีทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างออกไปดังนี้

ทฤษฎีของ Freud มีทัศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับดันออกมาโดยพลังจิตใต้สำนึกขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีสิ่งนี้

ทฤษฎีของ Taylor ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีที่น่าสนใจว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งของใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลยหรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นอาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้น ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด เป็นสิ่งสามัญธรรมดา คือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและทักษะแต่อย่างใด คือให้แต่เพียงกล้าแสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่ 2 เป็นผลงานซึ่งผลิตออกมาโดยผลงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของคุณบุคคล ไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใครแม้ว่างานนั้นจะมีคนอื่นคิดแล้วก็ตาม

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมสูงสุดได้ เช่น ชาร์ล ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น

ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการโยงสัมพันธ์ (Associative Theory) ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ โดยการรวมสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะอย่าง หรือรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่ง หรือเมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็เป็นแนวทางในการระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไป สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อนึกถึงโต๊ะ ก็ทำให้นึกถึงเก้าอี้ไปใช้วางของ เป็นต้น

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดย Guilford นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เข้าได้อธิบายโครงสร้างทางสมอง ในรูปแบบจำลองสามมิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้

- มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็นห้าด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดออกเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation)

- มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็นสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral)

- มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) แบ่งออกเป็นหกแบบ คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relation) ระบบ (System) การแปลงรูป (Transformation) และการประยุกต์ (Implications)

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ ของ Torrance กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกหรือการเห็นปัญหาการรวบรวมความคิดเพื่อก่อตั้งเป็นสมมติฐาน การทดสอบและการแปลงสมมติฐาน ตลอดจนการเผยแพร่ถึงผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งทฤษฎีของ Torrance อาจขยายความได้ว่าผู้ที่มีความคิดริเริ่มเพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญหรือแก้ปัญหา (อ้างถึงในธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างและกำหนดตัวแปรเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนศึกษาระดับอุดมศึกษาในมหาวิทยาลัยเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับอุดมศึกษาในมหาวิทยาลัยจำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาสื่อใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) การสร้างสื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) รายวิชา ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน (ADDIE Model) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นตอนวิเคราะห์

- วิเคราะห์และศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) จากเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง

- วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์ผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เป็นคนที่เกิดหลังปี พ.ศ. 2540 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Generation Z ที่เติบโตมา พร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ และเรียนรู้ได้เร็ว การสื่อสาร ระหว่างคนกลุ่มนี้เป็นการสื่อสารผ่านข้อความบนจอมือถือหรือคอมพิวเตอร์แทนการพูด เป็นบุคคลที่มีสมาธิ ค่อนข้างสั้น มีความอดทนต่ำ ชอบทำงานหลายอย่างพร้อมกัน ลักษณะนิสัยของผู้เรียนกลุ่มนี้ไม่ชอบการเรียนการสอนแบบบรรยาย ประกอบกับรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรม ถ้าหากว่าใช้การเรียนการสอนแบบเดิมอาจไม่ประสบความสำเร็จและส่งผลให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดี ขาดทักษะการคิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรารถนาที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) ที่เป็นตัวช่วยให้ให้นักศึกษา จดจำเนื้อหาควบคู่การลงมือปฏิบัติ มองเห็นภาพเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เน้นให้นักศึกษาเป็น ผู้เรียนเชิงรุกที่เน้นกระบวนการคิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระตุ้นจินตนาการควบคู่ ไปกับความมีคุณธรรมและจริยธรรม มีความรับผิดชอบ ต่อสังคม ตามหลักสูตรของสาขาวิชา

- วิเคราะห์เนื้อหา ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหารายวิชา ENV1103 หลักเคมี

(2) ขั้นตอนการออกแบบ

- ออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) กำหนดกิจกรรม การเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เพื่อเน้นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบประเมินคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมทั้งแบบประเมินความพึงพอใจ

(3) ขั้นตอนการพัฒนา

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) โดยใช้แอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า HP Reveal (Aurasma) เพื่อสร้างภาพเสมือนจริงซึ่งจะมีส่วนช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ มีความตื่นตัว ทำท่าย และในระหว่างการพัฒนาผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินแบบรายบุคคลแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Evaluation) และการประเมินแบบกลุ่มย่อย (Small Group Evaluation) รวมทั้งนำสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมิน ความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบ เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้สามมิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ก่อนนำไปใช้งานจริง โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และแบ่งเกณฑ์การในการวิเคราะห์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความเหมาะสมซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-5 คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ช่วง

(4) ขั้นตอนการนำไปใช้

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) และหาคุณภาพเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาการแปรรูปและการประกอบอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 30 คน

(5) ขั้นตอนการประเมิน ซึ่งเป็นขั้นตอนการประเมินและศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งประกอบไปด้วย

- เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
- เปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน
- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีทักษะการคิดต่างกัน

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาจากการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

การทดสอบ	n	\bar{x}	S.D.	t	df	p
ก่อนเรียน	30	19.16	2.29	14.55*	29	0.000
หลังเรียน	30	25.33	0.88			

*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 19.16 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักศึกษาเท่ากับ 25.33 จากการเปรียบเทียบคะแนนการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)

2. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนนักศึกษา จำแนกตามทักษะการคิดแบบกลุ่มสูง กลาง ต่ำ

ทักษะการคิด	n	\bar{x}	S.D.
กลุ่มต่ำ	10	14.3	4.05
กลุ่มกลาง	10	14.8	3.48
กลุ่มสูง	10	15.2	2.85
รวม	30		

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดของกลุ่มสูง กลุ่มกลาง กลุ่มต่ำ พบว่า คะแนนเฉลี่ยกลุ่มต่ำมีค่าเท่ากับ 14.3 กลุ่มกลางเท่ากับ 14.8 และกลุ่มสูงมีค่าเท่ากับ 15.2

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อเทคโนโลยี ความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดที่ต่างกันของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	13.35	6.67	1.624	0.203
ภายในกลุ่ม	27	357.76	4.11		
รวม	29	371.12			

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนทักษะการคิดก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้สื่อเทคโนโลยี ความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระหว่างกลุ่มที่มีทักษะความความคิดต่างกันของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p > 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 19.16 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.33 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดที่ต่างกันของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 19.16 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.33 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอน และแนวคิดของเทคโนโลยีความจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อเป็นแนวทาง

ในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทักษะด้านกระบวนการคิด และสามารถเรียนรู้ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้น สามารถแก้ปัญหาความเป็นนามธรรมของกระบวนการโดยการสร้างภาพเสมือนจริงที่เป็นทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ได้ทันที และช่วยเสริมการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความสามารถด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้ดี ตรงกับแนวคิดของสมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุวรรณ (2558) ที่กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การสร้างสรรค์แนวปฏิบัติทางการเรียนและสภาพแวดล้อมทางการภาพที่เกื้อหนุนเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุผล ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึงสื่อเทคโนโลยีเครื่องมือหรือแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพนอกจากนี้ยังสามารถออกแบบระบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมทั้งการเรียนเป็นกลุ่มหรือการเรียนรายบุคคลด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัญจรัตน์ ทับเปีย (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อประสม แบบโลกเสมือนผ่านโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางระจันวิทยา ที่พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของชาติชวลิต วรรณขาว (2561) ได้ศึกษา ผลการใช้สื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่เรียนรู้ผ่านสื่อความจริงเสริมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

2. การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีระดับทักษะการคิดที่แตกต่างกัน พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการด้านทักษะการคิด ไม่ว่าจะผู้เรียนจะมีระดับทักษะการคิดที่แตกต่างกันหรือไม่ก็ตาม แสดงว่า สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาส่งผลดีต่อทุกระดับทักษะการคิดของผู้เรียนและสามารถใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาได้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาติชวลิต วรรณขาว (2561) ได้ศึกษา ผลการใช้สื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยสื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ อานนท์ โพธิ์เอม (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อความจริงเสริมประเภทมาร์กเกอร์ เรื่อง ระบบการทำงานของหัวใจ ที่พบว่า ผลการรับรู้ที่ได้ เรียนรู้จากสื่อมีระดับผลการรับรู้ดี และมีความพึงพอใจต่อสื่ออยู่ในระดับพึงพอใจมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 114 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม จำนวน 38 คน กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 38 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 38 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen, Tsia, and Wu (2013) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดาราศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ และนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสองมิติ พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้ หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมสนับสนุนงบประมาณการพัฒนาห้องเรียนอัจฉริยะ (Smart Classroom) ซึ่งเป็นห้องเรียนที่สามารถจำลองสถานการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมได้ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทบทวนความรู้และปฏิบัติกิจกรรมตามสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมด้วยตนเองทั้งในเวลาเรียนปกติและนอกเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม ผู้สอนต้องวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล คอยให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนอย่างใกล้ชิด รวมทั้งแนะนำให้คำปรึกษาวิธีการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม และการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน ควรพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อการเรียนโดยประยุกต์กับรายวิชาอื่น ๆ ให้เหมาะสม และใช้ทักษะการเรียนรู้ที่เกิดประสิทธิภาพต่อไปตามบริบทของการเรียนการสอน

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี. (2561). การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความเสมือนจริง วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- เขมปรีต ขุนราชเสนา. (2560). การพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมการเรียนรู้เรื่องอุปกรณ์ไอซีทีที่น่ารู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4* (หน้า 17). มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- จรรยา โชคกลาง. (2559). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). *การวิจัยหลักสูตรและการสอน*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชาติชวลิต วรรณขาว. (2561). *ผลการใช้สื่อความจริงเสริมที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐวี อุตกฤษฎ์ และนวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2555). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วย ในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z*. ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์. (2538) *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทย*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปัญญารัตน์ ทับเปี้ย. (2555). *การพัฒนาสื่อประสมแบบโลกเสมือนผ่านโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการ ทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางระจันวิทยา* (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พนิดา ต้นศิริ. (2553). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง. *วารสารนักบริหาร*, 30(2), 169-175.
- พรทิพย์ ปริญญาพิต. (2558). *ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2552). *การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย*. ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). ผูกข้อมูลไว้ในโลกเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยี. *Aurasma CAT Magazine*, 32, 40-41
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). *พลิกบทบาท 3D สู่อุปกรณ์ความจริงเสมือน (Augmented Reality)* (เอกสาร ประกอบการบรรยาย). ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร

- รักษพล ชนานวงค์. (2556). สื่อเสริมการเรียนรู้โลก เสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ชุดการจมนและการลอย. นิตยสาร สสวท., 41(181), 28-31.
- วศกร เพ็ชรช่วย. (2557). การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียนเรื่องอุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้ *Augmented Reality*. จุลติศการพิมพ์.
- สมศักดิ์ เตชะโกสิต และพัลลภ พิริยะสุวรรณ. (2558). การเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 6(1), 225-230.
- อานนท์ โพธิ์เอม. (2561). การพัฒนาสื่อความจริงเสริมประเภทมาร์กเกอร์ เรื่อง ระบบการทำงานของหัวใจ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อำนาจ ชิตทอง. (2555). การประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสำหรับโครงสร้างไม้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Enyedy, E. (2012). *Exploring the changes in in-service teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge and efficacy for ICT design thinking*. Nanyang Technological University, Singapore.
<http://icce2013bali.org/datacenter/workshopproceedings/w8.pdf>.
- Kem, J. E. (1990). *The instructional design process*. Harper & Row Publisher.
- Kuo, M.-L. A., & Hooper, S. (2004). The effects of visual and verbal coding mnemonics on learning Chinese characters in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 23–38.
- Milgram, A. and Kishino, F. (1994). Taxonomy of mixed reality virtual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D (12), 1321-1329.
- Rees, C. (2008). *The "Heat Game": An augmented reality game for scientific literacy* (Master's thesis). Mount Saint Vincent University.
<https://www.learntechlib.org/p/129744/>.
- Ronald, T. (1997). A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M. (2013). Augmented reality in higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia-social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173.