

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ Augmented Reality Technology to Promote Analytical Thinking Abilities

วคินี ทาสวรรณ

Wasinee Thasuwan

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา

Faculty of Education, Thaksin University, Songkhla

E-mail: wasineethasuwanwi@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นตัวช่วยที่จะส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน จากผลการวิเคราะห์พบว่าในปัจจุบันสังคมไทยมีการพัฒนาและปรับเปลี่ยนไปตามลำดับ โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องกับการศึกษาของผู้คนในสังคมที่มีบทบาทอย่างมากต่อการอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะเทคโนโลยีจะเข้ามาช่วยให้การรับรู้ข่าวสารในด้านต่าง ๆ ตามแผนยุทธศาสตร์ที่ว่าด้วยการสร้างสื่อ คลังสื่อ และแหล่งเรียนรู้ดิจิทัลหรืออำนวยความสะดวกให้การศึกษามีความรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงของโลกยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือที่เรียกว่า AR (Augmented Reality) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนและบูรณาการการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาอย่างหลากหลาย เพื่อสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งหมายให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ตามหลักเหตุผลนำไปสู่การสร้างปัญญา

ปัจจุบันเป็นยุคสารสนเทศ ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย ส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความยืดหยุ่นไม่จำกัดแค่เพียงการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่ง ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จึงเป็นตัวช่วยที่จะส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน โดยในบทความนี้จะกล่าวถึง แนวคิดและที่มาของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิวัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ได้รับบทความ: 8 กุมภาพันธ์ 2567; แก้ไขบทความ: 20 กุมภาพันธ์ 2567; ตอรับตีพิมพ์: 22 กุมภาพันธ์ 2567

Received: February 8, 2024; Revised: February 20, 2024; Accepted: February 22, 2024

Abstract

The purpose of this article is to present the idea of augmented reality technology as a tool to promote analytical thinking ability in students. From the analysis results, it was found that at present, Thai society has developed and changed accordingly, especially the introduction of technology into the education of people in society that role in facilitating various aspects inevitably in particular, technology will help in understanding news in various areas according to the strategic plan. That involves creating media, media libraries, and digital learning resources or facilitating education to be faster, more accurate, and more accurate to support the changes in the world in the information technology era using augmented reality technology, also known as AR (Augmented Reality), is used in teaching and integrating learning management to develop analytical thinking abilities. Currently, augmented reality technology is being applied in a variety of educational fields in line with the development of essential skills in the 21st century and to promote self-learning the aim is for students to develop analytical thinking abilities. According to the principle of reason, it leads to the creation of wisdom.

Today is the information age where learners have access to modern technology. As a result, student learning is flexible, not limited to just one type of learning. therefore, augmented reality technology is a tool to promote analytical thinking ability in students. In this article will about Concept and origin of augmented reality technology implication of augmented reality technology Evolution of augmented reality technology Working principle of augmented reality technology elements of augmented reality technology application of augmented reality technology learning management with augmented reality technology using augmented reality technology, for the purpose of develop analytical thinking abilities.

Keywords: Augmented Reality Technology, Ability to Think Analytically

1. บทนำ

ประเทศไทยกำลังเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ ซึ่งเป็นระบบเศรษฐกิจที่มีการสร้างสรรค์ความรู้ และการนำองค์ความรู้มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม โดยแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-พ.ศ. 2570) มีหลักการสำคัญคือ ยึดคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา โดยเป้าหมายส่งเสริมและพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา

ที่มุ่งหวังให้ได้รับโอกาสในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งตอบสนองด้านความเท่าเทียมกัน เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทด้านการศึกษา และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ซึ่งความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีดิจิทัลก่อให้เกิดการกระตุ้นการเรียนรู้ ได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการเรียนช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ช่วยให้การออกแบบ พัฒนา และการใช้นวัตกรรมการศึกษา กลายเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่สำคัญ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เชื่อมโยงความรู้ ความสามารถในการคิด และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่อำนวยความสะดวกได้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความกว้างขวาง ไม่จำกัดแค่เพียงในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมก่อให้เกิดประโยชน์มากมายทางการเรียนรู้กับผู้เรียน และยังกระตุ้นการเรียนรู้ เนื่องจากมีสื่อการเรียนรู้ที่มีภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวที่ชัดเจน การเชื่อมโยงมัลติมีเดียที่มีความหลากหลายของรูปแบบ การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาในสื่อการสอนทางทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้เกิดการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากการคิดวิเคราะห์มีการปฏิบัติตามหลักการ ขั้นตอนอย่างมีระบบ และมีความสำคัญอย่างยิ่ง

อีกทั้งการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะของการนำไปปรับแก้ปัญหต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทำได้โดยการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนอย่างมีระบบ จะช่วยให้การคิดวิเคราะห์ประสบผลสำเร็จตามจุดหมาย และหากผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกระบวนการจากครูผู้สอนได้สร้างขึ้นก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งการนำกระบวนการทางด้านการคิดวิเคราะห์ต่อการใฝ่รู้ทางด้านการเรียนในผู้เรียนแล้ว และยังเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญของบุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการพัฒนาความสามารถในการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น ทั้งด้านสติปัญญา การดำรงชีวิต สามารถช่วยบุคคลนั้นได้รู้ความจริงและมีเหตุผล ซึ่งคนที่มีบทบาทสำคัญคือ คุณครู ควรทำความเข้าใจและนำความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาบูรณาการเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน (มนตรี วงษ์สะพาน, 2556: 12) สำหรับการนำเทคโนโลยีเข้ามาผนวกในการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ เทคโนโลยีใหม่ที่มีการผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริงกับโลกเสมือน ก็คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2553: 189) การจัดรูปแบบการเรียนการสอนความเป็นจริงเสริม หรือ AR ตามที่ราชบัณฑิตยสถานได้กล่าวถึงศัพท์ดังกล่าวนี้ไว้ในศัพท์บัญญัติวิชาการในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) สามารถจะใช้ในลักษณะที่ดูได้ ในเหตุการณ์ที่เป็นจริง

จากแนวคิดดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า องค์ประกอบที่หลากหลายของเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และความเสมือนจริงที่มีความเกี่ยวข้องกับโลกแห่งความจริง มีเนื้อหาและสภาพแวดล้อมที่ทำให้การมองเห็นความเป็นจริงได้ ความเป็นจริงเสริมเป็นการรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน มีการทำให้เกิดการตอบสนองระหว่างความจริงกับความเสมือน

ในขณะเวลานั้น รวมถึงการทำงานด้วยระบบสามมิติ (Azuma, 1997: 3) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้ทันสมัยมากขึ้น โดยเฉพาะในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. แนวคิดและที่มาของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality หรือ AR) เป็นสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบสภาพแวดล้อมจริง โดยอาศัยองค์ประกอบของการแสดงผลด้วยภาพแบบดิจิทัล รวมไปถึงเสียงและสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ ผสมกับเทคโนโลยีภาพเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอเว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือแบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกและมีการแบ่งประเภทของระบบความจริงเสมือนตามพื้นฐานวิธีที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (พินดา ต้นศิริ, 2560: 168)

โดยเทคโนโลยี AR มีความแตกต่างกับเทคโนโลยี VR มีความแตกต่างกัน (Ammar, 2017: 46) พบว่า VR ใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนเพื่อระบุตำแหน่งของส่วนที่ปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์ ส่วนเทคโนโลยี AR จะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวด้วยการปฏิสัมพันธ์ใช้เพียงกล้องที่ติดกับอุปกรณ์ต่าง ๆ และวัตถุสัญลักษณ์ (marker) มีความสามารถพัฒนาส่วนของการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้ง่ายเป็นหนึ่งในโลกเสมือนในรูปแบบจำลองสามมิติเป็นการนำภาพแต่ละฉากและในรูปแบบวิดีโอผ่านการควบคุมองค์ประกอบ คุณลักษณะสำคัญของ Augmented Reality (AR) มี 3 ประการ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2558: 2) ประการแรก เป็นการผสมผสานกันระหว่างข้อมูลหรือสารสนเทศในสถานะที่เป็นจริงและเสมือนจริง ประการที่สอง เป็นการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง หรือ ณ เวลานั้น ประการที่สาม เป็นกระบวนการที่มีการใช้สภาพแวดล้อมที่เป็นมิติ โดยปัจจุบันเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ถูกพัฒนามากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่สามารถควบคุม สั่งการ มีปฏิสัมพันธ์กับระบบคอมพิวเตอร์โดยใช้งานกล้อง แต่ยังคงมีหลักการเดิมถึงแม้มีลักษณะ และวัตถุประสงค์การใช้งานที่ต่างออกไป

3. ความหมาย ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology หรือ AR) ที่สามารถผนวกโลกแห่งความเป็นจริงและโลกดิจิทัลเข้าด้วยกันบนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่แสดงภาพดิจิทัลซ้อนทับบนสภาพแวดล้อมของจริงได้ เพื่อสร้างความดึงดูด น่าสนใจของสิ่งต่าง ๆ ได้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีสมัยปี 2010 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยผ่านอุปกรณ์ กล้องมือถือ รวมกับการใช้ Software ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นวัตถุต่าง ๆ เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นต้น (อดิศักดิ์ มหาวรรณ, 2556) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังจะช่วยพัฒนาประสาทสัมผัสทั้งห้าได้ โดยเฉพาะการพัฒนาทางสายตาซึ่งมีให้เห็นอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้ใช้เห็นภาพจริงของวัตถุบนความเป็นจริงและสิ่งแวดล้อมจริง สิ่งที่ไม่ใช่เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ภาพที่ผ่านการตัดต่อด้วยการ

ตกแต่งรูปภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ หรือแม้แต่ภาพยนตร์ หรือภาพจากโทรทัศน์ พื้นฐานสำคัญของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Gregory Kipper and Joseph Rampolla, 2013: 28) นอกจากนั้น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology หรือ AR) สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางทั้งด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ ด้านการแพทย์ การทหาร การบันเทิง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology หรือ AR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องเว็บแคม สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ซึ่งอุปกรณ์จะแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติ โดยจะเกิดจากการทับซ้อนระหว่างภาพในโลกแห่งความจริงกับภาพที่เกิดในโลกเสมือนและผู้ใช้สามารถตอบสนองได้ทันที

4. วิวัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

คำว่า Augmented Reality ถูกบัญญัติขึ้นโดย Tom Caudell and David Mizell ใน โครงการที่ชื่อว่า Boeing's Computer Services' Adaptive Neural Systems Research and Development โดยเป็นการสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้ช่วยในการผลิตของบริษัทโบอิง ซอฟต์แวร์จำลอง การจัดวางสายต่าง ๆ ไว้ภายในอาคาร (Kipper, 2013: 25)

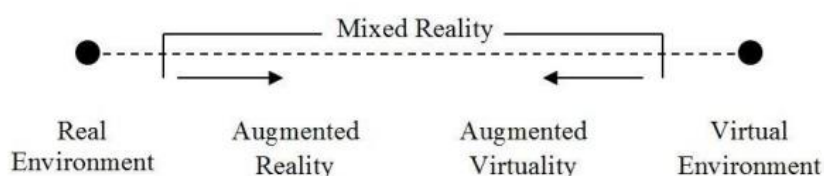
ปี ค.ศ. 1962 ได้มีการพัฒนาเครื่อง Sensorama โดย Morton Heilig เป็นแบบจำลอง รูปจำลองคล้ายกับรถมอเตอร์ไซด์ที่ให้การตอบสนองทางประสาทสัมผัส อาทิ ภาพ เสียง การสั่นสะเทือน

ปี ค.ศ. 1968 Ivan Sutherland ได้คิดค้นอุปกรณ์เสมือนจริงชิ้นแรก เรียกว่า The Sword of Damocles Head Mounted Display และได้ออกแบบระบบ AR ชิ้นแรก เรียกว่าหัวที่สวมพร้อมติดจอแสดงผล หรือ HMD

ปี ค.ศ. 1985 Krueger และคณะได้พัฒนาระบบ VIDEOPLACE ซึ่งเป็นระบบแรกๆ ที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับวัตถุเสมือนในโปรแกรมแบบเรียลไทม์

ปี ค.ศ. 1992 Tom Caudell และ David Mizell ได้บัญญัติคำว่า Augmented Reality ขึ้น ในโครงการที่ชื่อว่า Boeing's Computer Services' Adaptive Neural Systems Research and Development โดยเป็นการสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้ช่วยในการผลิตของ บริษัทโบอิง ซอฟต์แวร์จำลองการจัดวางระบบสายต่าง ๆ ไว้ภายในอาคาร

ปี ค.ศ. 1994 Paul Milgram และ Fumio Kishino ได้ให้นิยามของคำว่า Augmented Reality และ Virtual Reality ดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Milgram's Augmented Reality Continuum

ปี ค.ศ. 2000 มีการสร้างเกม AR บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ mAR ครั้งแรก-7homuj University of South Australia โดยโธมัสและคณะได้พัฒนาเกมชื่อ ARQuake ขึ้น

แนวความคิดทั้งหมดของ ARQuake คือการให้ผู้ใช้สามารถเข้ามามีส่วนร่วมกับเกมในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้โดยสภาพแวดล้อมที่อยู่ในเกม ARQuake จำลองมาจากอาคารต่าง ๆ ของ Mawson Lake campus ของ University of South Australia

ปี ค.ศ. 2008 มีการพัฒนาแอปพลิเคชันชื่อ Wikitude ขึ้นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างโทรศัพท์สมาร์ทโฟน Wikitude เป็นโปรแกรมนำทางที่ช่วยให้คนขับรถไปยังสถานที่ต่าง ๆ โดยใช้เพียงแค่มือถือ

ในช่วงแรกการพัฒนาเทคโนโลยี Augmented Reality เป็นการพัฒนาเพื่อใช้งานทางการทหาร คือ ระบบการลงจอดและการนำวิถีของอาวุธจากเครื่องบินขับไล่ ซึ่งจะแสดงภาพจริงที่ได้จากกล้องและคอมพิวเตอร์กราฟิกที่บอกพิกัด ระดับ และข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญและจำเป็นต่อนักบิน เพื่อประกอบการตัดสินใจและเห็นผลลัพธ์การทำงานต่าง ๆ อย่างทันท่วงทีซึ่งเทคโนโลยี AR มีประโยชน์มากในการเพิ่มความเชื่อมั่นและแม่นยำ ในการควบคุมและตัดสินใจให้กับนักบิน (ก้องเกียรติ หิรัญเกิด, 2557: 2)

5. วิธีการทำงานของความเป็นจริงเสริม

ในการเรียนการสอนออนไลน์จำเป็นต้องมีการทำความเข้าใจถึงรายละเอียดการเรียนการสอน โดยผู้สอนจะต้องกำหนดกรอบเวลาการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน ความเป็นจริงเสริมจะสร้างประสบการณ์ที่เหมือนจริงให้กับผู้ใช้ทุกคน แม้ว่ารูปแบบ AR ที่ใช้กันมากที่สุดจะเป็น AR แบบผ่านแว่นตาหรือเลนส์กล้อง แต่ความสนใจใน AR ก็เพิ่มขึ้นและธุรกิจต่าง ๆ ก็กำลังนำเสนอเลนส์และฮาร์ดแวร์ประเภทอื่น ๆ ผ่านตลาดซื้อขาย ทั้งนี้ AR มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 5 ประการ (อดิศักดิ์ มหาวรรณ, 2556) ได้แก่

1. ปัญญาประดิษฐ์ โซลูชันความเป็นจริงเสริมส่วนใหญ่ต้องอาศัยปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการทำงาน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการโดยใช้การแจ้งเตือนด้วยเสียง นอกจากนี้ AI ยังช่วยประมวลผลข้อมูลสำหรับแอปพลิเคชัน AR ของคุณได้อีกด้วย

2. ซอฟต์แวร์ AR ต่อไปนี้คือเครื่องมือและแอปพลิเคชันที่ใช้ในการเข้าถึง AR บางธุรกิจสามารถสร้างซอฟต์แวร์ AR ของตัวเองได้

3. การประมวลผล จะต้องใช้พลังของการประมวลผลเพื่อให้เทคโนโลยี AR ทำงานได้โดยทั่วไปแล้วจะใช้ประโยชน์จากระบบปฏิบัติการภายในของอุปกรณ์ของคุณ

4. เลนส์ จะต้องมีย่านหรือแพลตฟอร์มรูปภาพเพื่อดูเนื้อหาหรือรูปภาพของคุณ ยิ่งหน้าจอของคุณมีคุณภาพดีขึ้นเท่าใด ภาพของคุณก็จะยิ่งสมจริงมากขึ้นเท่านั้น

5. เซนเซอร์ ระบบ AR จำเป็นต้องแยกแยะข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเพื่อปรับให้เข้ากับโลกแห่งความจริงและโลกดิจิทัล เมื่อกำหนดตำแหน่งของคุณบันทึกข้อมูลได้ กล้องจะส่งข้อมูลนั้นผ่านซอฟต์แวร์เพื่อทำการประมวลผล

6. หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมี ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด (Kipper, 2013)

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทำงาน

ฮาร์ดแวร์ที่สำคัญสำหรับการสร้างงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่

1. ส่วนแสดงผล ส่วนแสดงผลที่ใช้สำหรับการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่

- ชุดที่สวมศีรษะ (HMD: Head Mounted Display)
- การแสดงบนมือถือหรืออุปกรณ์พกพา (HD: Handheld Display)
- การแสดงบนจอดิจิทัล (SAR: Spatial Augmented Reality)

2. กล้องถ่าย ในการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ใช้ กล้องดิจิทัล และ/ หรือตัวจับภาพ GPS หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ไร้สาย ทั้งนี้ เทคโนโลยีแต่ละอย่างทำหน้าที่ ในระดับที่เหมาะสม เพื่อเสริม AR ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. อุปกรณ์ป้อนเข้า (Input devices) ใช้ 3D ในการจัดภาพ

4. คอมพิวเตอร์ (Computer)

5. แผนที่นำทาง GPS และเข็มทิศ

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยสามารถสร้างภาพออกมาได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพสามมิติ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในทุก ๆ วงการ โดยมีอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเพื่อที่จะสามารถเข้าชมได้

7. องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีบางส่วนคล้ายกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปมีบางส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามาสามารถอธิบายการเตรียมอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. Hardware (ฮาร์ดแวร์) ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทหลักคือ ประเภทที่หนึ่ง คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะหรือพกพาที่เชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคม สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปไม่จำเป็นต้องมีการ์ดแสดงภาพสามมิติแต่ควรจะมีลำโพงเพื่อแสดงเสียงได้หากจะใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีเสียงประกอบหรือจะเป็นโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้

2. Software (ซอฟต์แวร์) สำหรับการแสดง Augmented Reality ซึ่งประเภทคือ

2.1 ซอฟต์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านทางเบราว์เซอร์ติดตั้ง java script และมี flash player

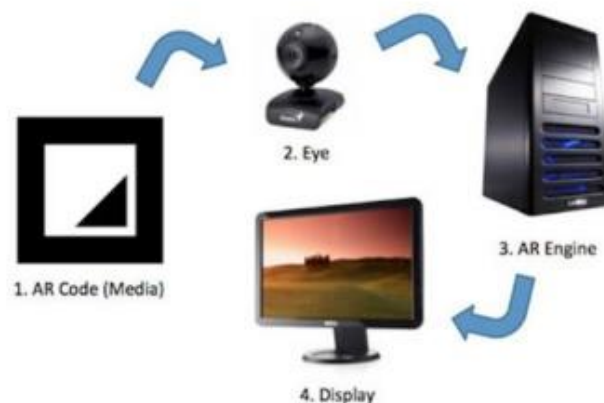
2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ประเภทแสดงผลงาน

3. Marker (มาร์คเกอร์) เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นตัวเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล โดยมาร์คเกอร์อาจเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ หรือวัตถุซึ่งจะต้องเป็นวัตถุที่มีความคงที่ของรูปทรงและตำแหน่ง

4. คำนวณตำแหน่งและองศา เพื่อคำนวณหาตำแหน่งและทิศทางระหว่างกล้องและสัญลักษณ์ซึ่งมีผลต่อการแสดงภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

5. วัตถุเสมือนเป็นภาพเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์อาจเป็นรูปแบบของภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวที่สามารถตอบสนองกับการกระทำต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ได้จึงมีการทำงานที่ต่อเนื่องกัน คือ ฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อกับเว็บแคม ซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดง Augmented Reality มาร์คเกอร์จึงนำไปสู่การแสดงผล Augmented Reality บนจอคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ จำลองการทำงาน การคำนวณตำแหน่งและองศาเพื่อคำนวณหาตำแหน่งและทิศทาง วัตถุเสมือนเป็นภาพเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติที่สร้างขึ้นกระบวนการมีการทำงาน ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ PC
(ที่มา: <https://pixabay.com/th/>)

8. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สุพจน์ พ่วงศิริ (2559: 80) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถประยุกต์ใช้กับด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ด้านการศึกษา Augmented Reality สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกับการเรียนรู้ ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนผ่านการสาธิต การสนทนา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่หรือวัตถุด้วยภาพ 3 มิติเสมือนจริง ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดแต่ในห้องเรียนอีกต่อไป จะขยายสู่นอกห้องเรียนมากขึ้น

2. ด้านเกมและความบันเทิง Augmented Reality สามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเล่นและความบันเทิง โดยเฉพาะเกมที่มีรูปแบบเล่นตามบทบาท ผู้เล่นมีความรู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้เล่นเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมหรือเป็นตัวละครในเกม

3. การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศการนำเทคโนโลยี Augmented Reality มาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่ราบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกำลังและวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง สามารถสร้างมุมมองรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวนได้

4. ทางการแพทย์เทคโนโลยี Augmented Reality สามารถนำมาใช้ทางด้านศัลยกรรม ทางระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ การผ่าตัด ทางด้านสุขภาพจิตที่ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเอาชนะสถานการณ์ที่ท้าทายที่เป็นอุปสรรคทางการรับรู้และเรียนรู้ของผู้ป่วย เช่น การกลัวความสูง การสนทนาในที่สาธารณะ ความสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม เป็นต้น

5. ทางด้านธุรกิจ สามารถนำเทคโนโลยี Augmented Reality มาใช้ในงานอาคาร สิ่งก่อสร้าง เพื่อการบริหารจัดการงานก่อสร้าง การเก็บข้อมูลภาคสนาม การสำรวจทางธรณีวิทยา ช่วยให้วางแผนการตัดสินใจก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

กล่าวโดยสรุป การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับด้านต่าง ๆ ได้หลากหลาย และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้รวมทั้งได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

9. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะเห็นได้ว่ามีความสำคัญในหลาย ๆ องค์ประกอบที่ต้องให้ความสำคัญ วิวัฒน์ มีสุวรรณ (อ้างถึงใน นงคราญ ศรีสะอาด, 2556: 72) ได้เสนอแนวทางการกำหนดบทบาทของครูผู้สอนและกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่

1. บทบาทครู ครูทำหน้าที่ออกแบบพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดและอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับการเรียน ครูดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน หากเป็นไปได้ควรดำเนินการ ออกแบบพัฒนากิจกรรมก่อนที่จะจัดการรู้จริงของผู้เรียนและสลับกลับไปมาระหว่างการเรียนรู้ โดยต้องสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายในการสร้างองค์ความรู้ ครูจะสอนหนึ่งคนหรือหลาย ๆ คนก็ได้

2. การสอนแบบปกติ ควรการจัดการเรียนรู้โดยออกแบบและพัฒนา เป็นพื้นที่ในการทำกิจกรรม มีบริเวณให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ร่วมกับการให้คำอธิบายของครูผู้สอน และเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามกระบวนการหรือ เนื้อหาที่กำหนดไว้ก่อนหน้า ตลอดจนให้ผู้เรียนได้ทำซ้ำ ๆ โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอน

3. การสอนแบบอัตโนมัติ การให้ผู้เรียนได้ดำเนินการหรือจัดการเรียนรู้ ได้ด้วยตนเองศึกษา โดยได้รับฟังคำอธิบายที่บันทึกไว้ล่วงหน้าของตามขั้นตอนสร้างกระบวนการแสวงหาคำตอบ ให้คำแนะนำกันเองของผู้เรียน มีการบันทึกการสนทนา การพูดคุย หรือการใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ที่ส่งผลผู้เรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างความรู้ของตนเอง และควรส่งเสริมหรือ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการทำซ้ำ ๆ อีกครั้งได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

4. การทดสอบและประเมิน เมื่อผู้เรียนดำเนินการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ในขั้นสุดท้ายควรมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ และทำการบันทึกผลการทดสอบต่าง ๆ ที่ได้หรือการเก็บข้อมูลจากการสังเกตของผู้สอนและการประเมินตนเองของผู้เรียน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนของนักเรียน รวมทั้งผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรมการสอนที่หลากหลายและดำเนินการสอนอย่างเป็นขั้นตอน

10. การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ช่วยในเรื่องของการเพิ่มความน่าสนใจและการแสดงรายละเอียดให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ทักษะด้านภาษา ได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะทางด้านภาษาของผู้เรียนในแง่มุมที่หลากหลาย เช่น ในด้านการอ่าน การออกเสียงคำ รวมถึงการเรียนรู้ ความหมายของคำโดยมักใช้เทคโนโลยีนี้เป็นสื่อประกอบการสอนเพื่อแสดงภาพประกอบในการให้ความหมาย หรือการแสดงรูปแบบการออกเสียงของคำเนื่องจากการแสดงผลที่หลากหลายรูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Azuma, 2001: 12) เช่น การแสดงผลในรูปแบบของเสียง รวมทั้งการนำเทคโนโลยีอื่น ๆ มาใช้ร่วมกันช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้านทักษะภาษาได้ในหลายรูปแบบ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ช่วยให้ผู้เรียนสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง ไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่จะพิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีช่วยพัฒนาการเป็นคนช่างสังเกต และช่วยประมาณความน่าจะเป็น สามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่มีการวิเคราะห์จากปัจจัยอื่น ๆ การเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์มีหลากหลายวิธี การจัดการเรียนการสอนให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดและการคิดวิเคราะห์ สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอยู่ที่เป้าหมายของคุณภาพของผู้เรียนผู้สอนจัดการเรียนรู้แบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมแต่ต้องยึด

เป้าหมายของผู้เรียน ดังนั้นการพัฒนาด้านการคิดนั้นควรเน้นการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สามารถใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ โดยได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยมักจะสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้เป็นสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ ผู้เรียนเลือกที่จะแก้ไขปัญหาที่นั้น ๆ รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้ทราบถึงผลที่อาจตามมาจากสถานการณ์จำลองดังกล่าว ยกตัวอย่าง ในงานวิจัยของ (Yoikaew and Rampai, 2021: 48) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ผลการวิจัยพบว่า การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.97 ซึ่งมากกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 0.82 ซึ่งแสดงว่าสื่อแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมสามารถทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยที่ผู้เรียนสามารถเติมแต่งจินตนาการของผู้เรียนให้ เห็นเป็นภาพได้อย่างชัดเจน

กล่าวโดยสรุป การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สามารถเป็นการเรียนการสอนที่ดี ผู้สอนสามารถ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เพราะเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นการนำภาพ เสียง วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวมาสอน ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย เรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดเวลา

11. องค์ความรู้ที่ได้รับ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่มีคุณลักษณะที่สำคัญคือการสร้างภาพของโลกเสมือนซ้อนไว้บนโลกจริง ซึ่งช่วยให้สื่อที่นั้น ๆ มีความน่าสนใจ อีกทั้งยังช่วยแสดงรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสื่อได้โดยไม่ต้องใช้ของจริง รวมถึงแสดงผลได้อย่างหลากหลาย เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าถึงสื่อได้โดยง่ายส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเป็นหนึ่งในตัวช่วยที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อได้ในรูปแบบของการเรียนแบบออนไลน์และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจการต่าง ๆ ของสังคมทั้งการสื่อสาร การแพทย์ การอุตสาหกรรม การบันเทิงและการศึกษา เพราะระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้การผสมระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนให้เห็นอย่างกลมกลืนบนจอที่หลากหลายอย่างน่าอัศจรรย์ด้วยการออกแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะต้องเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญและมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดและการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นและช่วยให้ผลการเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสารสนเทศต่าง ๆ

เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรองและความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันตามลำดับความสำคัญให้เป็นรูปธรรม

การจัดการเรียนการสอนควรให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดและการคิดวิเคราะห์สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอยู่ที่เป้าหมายของคุณภาพของผู้เรียน ผู้สอนจัดการเรียนรู้แบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมแต่ต้องยึดเป้าหมายของผู้เรียน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ก้องเกียรติ หิรัญเกิด. (2557). **Augmented Reality Open Source for Project**. เล่มที่ 1. กรุงเทพมหานคร: Fast-Books.
- นงคราญ ศรีสะอาด. (2556). การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. **วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน**. ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. (2553). เทคโนโลยีผสมผสานความจริงเสมือน. **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 12(3), 189-194.
- พินิตา ต้นศิริ. (2560). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality. **วารสารนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ**, 30(2), 167-175.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2556). การยกระดับการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการคิดวิเคราะห์. **วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ**, 13(2), 25-139.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2558). **การพัฒนาสื่อ Augmented Reality ด้วยโปรแกรม Processing และ OpenSpace3D**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพจน์ พ่วงศิริ. (2559). การพัฒนาคู่มือความจริงเสริม เรื่อง การใช้เครื่องวัดปริมาณไขมันในร่างกาย สำหรับนิสิตสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. **วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อดิศักดิ์ มหาวรรณ. (2556). **AR หรือ Augmented Reality**. Retrieved from <http://edu.techno-google.blogspot.com/2013/05/ar-augmented-reality.htm> (Accessed 29 December 2023).
- Ammar, H.S. et al. (2017). The effectiveness of using augmented reality apps in teaching the English Alphabet to kindergarten children: A case study in

the state of Kuwait. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Teachnology Education**, 13(2), 46.

Azuma, R.T. (2001). **A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments**. Retrieved form <http://www.cs.unc.edu/azuma/ARpresence.pdf> (Accessed 17 November 2023).

Azuma, R.T. (1997). A Survey of Augmenttted Reality. **Presence**, 6(4), 355-385.

Gregory Kipper and Joseph Rampolla. (2013). **Augmented reality: an emerging technologies guide to AR**. Waltham: Syngress.

Kipper,G. (2013). Chapter 1-What Is Augmented Reality?. **Augmented Reality. Journal of Physics**, Boston: Syngress. (pp.1-27).