

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา
อาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

The Development of Virtual Reality Interactive 3D Learning
Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology for
Enhance Critical Thinking Skill's Vocational Education
Students with Different Critical Thinking levels.

ดุสิต ขาวเหลือง* อภิชาติ อนุกุลเวช**

Dusit Khawloueng* Abhichat Anukulwech**

Corresponding Author, E-mail: dusit@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีคะแนนระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลางและต่ำ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการ สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 5 เรื่อง แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบและแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการอาชีวศึกษาและพัฒนาสังคม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

** ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Abstract

The objectives of this research were to 1) to compare if there was a difference in achievement score of vocational education students who were studied with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology, 2) to compare if there was a difference in critical thinking score of vocational education students who were studied with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology, 3) to compare if there was a difference in achievement score of vocational education students who had different critical thinking levels, and 4) to study level of students 'satisfaction with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology. The samples consisted of 90 vocational education students from Chonburi Technical College. The instruments are 5 Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR), 5 lesson plans, tests, and questionnaire. The statistics used for data analysis were arithmetic mean, standard deviation, t-test, and One-way ANOVA.

The research findings were summarized as follows:

1. The scores in academic achievement of the posttest were significantly higher than pretest at .05 level of significance.

2. The scores in critical thinking skills of the posttest were significantly higher than pretest at .05 level of significance.

3. There is no significance difference in academic achievement scores across all three levels of critical thinking skills.

4. Overall, the level of students 'satisfaction with Virtual Reality Interactive 3D Learning Materials by Using Augmented Reality (AR) Technology were rated at the highest level.

Keywords: Virtual reality interactive 3D learning materials, Augmented Reality (AR) technology, Critical thinking skill

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ในแง่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการผลิตและการสื่อสาร โดยเฉพาะเรื่องคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีวัสดุ และอื่นๆ การใช้เครื่องจักรคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมของระบบเศรษฐกิจดิจิทัลเพิ่มขึ้น (วิทยากร เชียงกูล, 2558, หน้า 64) ระบบเศรษฐกิจแบบใหม่ต้องการพนักงานที่มีความรู้และทักษะสูงขึ้น ทั้งในการทำงานผลิตและทำงานแบบที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การออกแบบ การบริหารจัดการ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีระดับสูงขึ้นหรือซับซ้อนมากขึ้น มีความสามารถในการทำงานเป็นทีม เพื่อที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพหรือผลิตภาพสูงขึ้น (วิทยากร เชียงกูล, 2558, หน้า 73) แต่จากการศึกษาหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผู้ประกอบการและสถานศึกษาระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา ปรากฏว่ามีความไม่สอดคล้องกันของความต้องการแรงงานฝีมือและการผลิตแรงงานในประเทศไทยทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพของแรงงาน ช่องว่างของทักษะ ที่สถานศึกษา ยังไม่สามารถผลิตแรงงานเพื่อเติมเต็มความต้องการของผู้ประกอบการได้เป็นสาเหตุสำคัญของการขาดแคลนแรงงานฝีมือของประเทศ (จงจิตต์ ฤทธิรงค์ และรีนา ต๊ะดี, 2558, บทคัดย่อ) นอกจากนี้จากประสบการณ์ของคณะผู้วิจัย ซึ่งเป็นอาจารย์กำลังประสบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กล่าวคือ นักศึกษาในระดับปวช. (เทียบเท่า ม.4-ม.6) และ ปวส. (เทียบเท่าระดับอุดมศึกษาชั้นปี 1-2) ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

หรือในการอภิปราย นักศึกษาส่วนใหญ่มีท่าทางที่ไม่มั่นใจในตนเอง เมื่อถูกถามคำถามหรือให้แสดงความคิดเห็นก็มักจะหันไปมาเพื่อจะดูว่าเพื่อนจะพูดอย่างไร มักจะตอบคำถามตามที่เพื่อนบอก หรือนั่งเงียบ หรือมักจะยอมรับว่าไม่รู้ ในการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนส่วนใหญ่จะไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองเพราะคิดว่าผู้อื่นจะไม่ยอมรับและดูถูกความคิดของตน เมื่อมอบหมายให้ทำงานนอกเวลาเรียน ก็พบว่าจะมีการลอกกันมาส่ง หากสั่งให้ทำรายงานมาส่ง ก็พบว่าจะมีลักษณะการลอกข้อความในหนังสือ 2-3 เล่ม มาต่อกัน โดยไม่มีการปรับปรุงใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขาดทักษะในการสังเคราะห์ข้อมูลอย่างมาก ในการทำโครงการ ผลงานส่วนมากของนักศึกษา ก็มักจะขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดจินตนาการที่จะพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ไม่พยายามคิดนอกกรอบ การทำข้อสอบประเภทอัตนัย ก็จะเห็นลักษณะการคิดด้านเดียวไม่สามารถคิดในมุมมองของผู้อื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างชัดเจน รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนยังขาดสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมหรือเอื้อให้เกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะการคิด เนื่องจากเนื้อหาวิชาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ยากแก่การทำความเข้าใจ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควรแต่ถ้ามีสื่อการเรียนรู้แบบสามมิติเสมือนจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์ให้เห็นภาพเคลื่อนไหว จะช่วยอธิบายและทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและสามารถจดจำได้เป็นอย่างดี เพราะสื่อการเรียนรู้จะช่วยเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนสู่โลกการทำงานในชีวิตจริงได้และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องฝึกคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ คิดใคร่ครวญ คิดแก้ปัญหา มีกิจกรรมการทำงานและแลกเปลี่ยน

เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถแก้ปัญหา เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีขีดความสามารถในการแข่งขันกับคนอื่น ๆ ได้ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR) เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำระบบความเป็นจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยี เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริง โดยกระบวนการวิเคราะห์ภาพ การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ และกระบวนการสร้างภาพ 2 มิติ ซึ่งจากการศึกษาวิจัยพบว่าการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ในการเรียนการสอนแล้วปรากฏผลสำเร็จ ดังเช่น Margarita Vilkoniene (2009) ได้ทำการวิจัย เรื่องอิทธิพลของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือน ช่วยให้ผลการเรียนสูงขึ้น จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 7 จำนวน 110 คน ส่งผลต่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภา กลิ่นสูงเนิน สมเกียรติ ต้นดวงศ์วณิช และศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี (2558) ที่ได้ดำเนินการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตอยู่ในระดับดีมาก ประสิทธิภาพของบทเรียนมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 89.67/87.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือน

จริงเรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับภาพเสมือนที่สร้างขึ้นด้วยวัตถุจริงในโลกจริงทำให้มองเห็นภาพสามมิติและการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและได้สื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการเรียนการสอนระดับอาชีวศึกษาในอนาคตอันจะเป็นการเอื้อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาและตอบสนองกับนโยบายของรัฐบาลต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง กลาง ต่ำ แตกต่างกัน

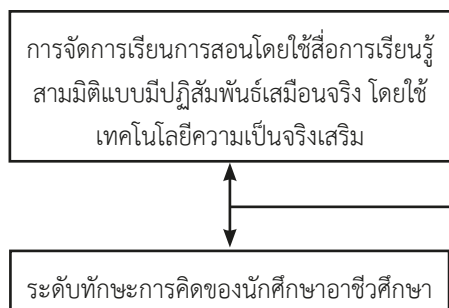
ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 90 คน

กรอบแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย



- ผลการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- ผลการเปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษาอาชีวศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน
- ผลการเปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน - ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักศึกษาที่มีระดับทักษะการคิดสูง กลาง ต่ำ

ตัวแปรตาม

- ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

- ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน

- ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน

- ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันที่มีต่อการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย เครื่องมือดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 จำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ไดโอด, หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด, หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์, หน่วยที่ 4 เอสซีอาร์, และหน่วยที่ 5 เฟต

2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ไดโอด, หน่วยที่ 2 ซีเนอร์ไดโอด, หน่วยที่ 3 ทรานซิสเตอร์, หน่วยที่ 4 เอสซีอาร์, และหน่วยที่ 5 เฟต

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างวิจรรณญาณ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ Cornell Critical Thinking Test, Level Z (Ennis and Millman, 1985) จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. พัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน (ADDIE Model) 5 ขั้นตอน (กิดานันท์ มลิทอง, 2548, หน้า 87) ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา 4) การนำไปใช้ และ 5) การประเมินผล

3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมและเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนการสอน

4. ผู้วิจัยนำสื่อและแผนการจัดการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมในด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและจุดประสงค์ให้ตรงตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ ตรวจสอบและพิจารณาให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับทักษะการคิด รวมทั้งให้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผลปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทั้ง 5 แผน

5. ผู้วิจัยกำหนดเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมและสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ใช้ในการวัดผลการเรียนของนักศึกษา จำนวน 60 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) รายข้อและภาษาที่ใช้ ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ ความครอบคลุมของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลคะแนนความสอดคล้อง

จำนวน 60 ข้อ มีค่าเท่ากับ 1.0 แล้วนำแบบทดสอบมาตรวจคำตอบด้านค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ปรากฏว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.57 และมีค่าอำนาจจำแนกเกินกว่า 0.20 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ จำนวน 60 ข้อ จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค มีค่าเท่ากับ .75

6. ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเครื่องมือจากเอกสาร งานวิจัย และเลือกใช้เครื่องแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Cornell Critical Thinking Test, Level Z (Ennis and Millman, 1985) โดยขอความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากนั้นจึงหาคุณภาพของแบบวัดโดยหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha Coefficient) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.75 การแบ่งคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ขึ้นโดยใช้การเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย จากนั้นใช้การแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 30 คน เท่าๆ กัน คือ ลำดับที่ 1-30 กลุ่มสูง ลำดับที่ 31-60 กลุ่มกลาง และลำดับที่ 61-90 กลุ่มต่ำ

7. ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรทั้งฉบับด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค มีค่าเท่ากับ .95

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร และการพัฒนาทักษะการคิด เพื่อนำมาปรับใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นทดลอง

2.1 กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองเป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 4 คาบเรียน รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 20 คาบเรียน ตั้งแต่วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

2.2 เมื่อเรียนครบ 5 สัปดาห์ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน ผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

คะแนน	N	$\bar{x}$	SD	ΣD	ΣD^2	t	df	p
ก่อนเรียน	90	15.86	2.59	2,432	66,660	78.154 *	89	.000
หลังเรียน	90	42.86	2.04					

* $p < .05$

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาจากการใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

คะแนน	N	$\bar{x}$	SD	ΣD	ΣD^2	t	df	p
ก่อนเรียน	90	17.68	2.96	2,398	67,162	41.665 *	89	.000
หลังเรียน	90	44.31	5.49					

* $p < .05$

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษา จำแนกตามระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	13.356	6.678	1.624	.203
ภายในกลุ่ม	87	357.767	4.112		
รวม	89	371.122			

4. ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีความพึงพอใจอยู่

ในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.557 ด้านความน่าสนใจ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.554 ด้านภาพรวมของสื่อและด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.543 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ย ความพึงพอใจมาตรฐาน อันดับที่ ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	N = 90		
	$\bar{x}$	SD	ระดับ
1. ด้านความน่าสนใจ	4.554	.498	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา	4.543	.492	มากที่สุด
3. ด้านรูปภาพ ตัวอักษร ภาษา และเทคนิคการนำเสนอ	4.557	.498	มากที่สุด
4. ด้านภาพรวมของสื่อ	4.543	.499	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.549	.496	มากที่สุด

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันครั้งนี้ พบประเด็นที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอนและแนวคิดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มีการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถเรียนรู้ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสด้านการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส ประกอบกับ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยแก้ไขปัญหาคือเป็นนามธรรมของกระบวนการทำงานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กล่าวคือช่วยสร้างภาพเสมือนจริงที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติและภาพเคลื่อนไหวให้ปรากฏขึ้นหรือแสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ หรือบนเครื่องฉายโปรเจกเตอร์ได้หรือมีปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาได้ทันที และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเข้มข้น ซึ่งจะช่วยให้ศึกษามองเห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาที่ผู้สอนนำเสนอ ช่วยส่งเสริมบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีการตอบสนองและให้ผลป้อนกลับได้ทันที ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ศึกษาไปดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102 ด้วยการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยอนันต์สาขะจันทร์ (2559) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ผลปรากฏว่า การเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเหมือนกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของสายันต์โพธิ์เกตุ (2555) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตรมหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมทักษะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตรมหาวิทาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้วิจัยได้บูรณาการการฝึกกระบวนการคิดไว้ในสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยสร้างสถานการณ์และคำถาม ทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้จากการคิดตัดสินใจเลือกคำตอบในแต่ละสถานการณ์ และให้นักศึกษาได้มีโอกาสได้วิเคราะห์สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งช่วยกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการใฝ่รู้และคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบกับ สื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีลักษณะพิเศษคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยแก้ไขปัญหาคือเป็นนามธรรมของกระบวนการทำงานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กล่าวคือ ช่วยสร้าง

ภาพเสมือนจริงที่เป็นภาพนิ่ง ภาพสามมิติและภาพเคลื่อนไหวให้ปรากฏขึ้นหรือแสดงผลผ่านจอมคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์ มือถือ หรือบนเครื่องฉายโปรเจกเตอร์ได้หรือมีปฏิสัมพันธ์หรือตอบโต้กับนักศึกษาได้ทันทีอันเป็นการช่วยส่งเสริมจินตนาการและสร้างแรงจูงใจให้นักศึกษามีความอยากรู้ อยากเห็น อยากทดลอง และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของทุกคน สามารถปรับแต่งให้เข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลได้ดี ให้ความรู้สึกตื่นตาตื่นใจ กระตุ้นให้เกิดความสนใจเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และส่งผลให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ที่อธิบายเพิ่มเติมว่าการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และสื่อเสริมการเรียนรู้ AR สามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายความคิดให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่สนใจด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เมื่อได้สัมผัสกับเทคโนโลยี AR พวกเขาอาจเกิดจินตนาการนำไปคิดต่อยอดพัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยี AR สำหรับการใช้งานในด้านอื่นๆ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุบลทองปัญญา (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยปรากฏว่าทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ กลาง สูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ทำทนาย สามารถกระตุ้นและตอบ

สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้ รวมทั้งมีอิทธิพลในการสร้างความพร้อมในการกระตุ้นความสนใจ ให้มีสมาธิจดจ่อกับบทเรียนให้กับผู้เรียนได้ทุกคน ไม่ว่าผู้เรียนจะมีระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต่างกันหรือไม่ก็ตาม แสดงว่าสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้ผลดีต่อนักศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกันทั้ง 3 ระดับ หรือสามารถใช้ได้กับนักศึกษาที่มีระดับทักษะการคิดแบบมีวิจารณญาณระดับต่างๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 114 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 38 คน กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 38 คน และกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 38 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen, Tsai, and Wu (2013) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดาราศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติและนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสองมิติ พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่มไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

4. ความพึงพอใจของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ร่วมกับ

การเรียนการสอน ซึ่งเป็นเทคนิคการผสมผสานภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกสองมิติและสามมิติเข้ากับภาพเคลื่อนไหวแล้วพัฒนาเป็นแบบจำลองที่มีความสวยงามและสมจริงช่วยสร้างความน่าสนใจในการเรียน ครูทันสมัย นำตื่นเต้น การใช้งานอุปกรณ์สะดวกต่อการใช้งาน สร้างความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและเห็นภาพได้จริง จึงทำให้นักศึกษา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกรียงไกร พลเสนธิ (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสะสมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสะสมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรคและนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. รัฐบาลควรมีนโยบายในการส่งเสริมให้สถานศึกษานำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้วยการฝึกอบรมและจัดตั้งหน่วยงานเพื่อให้บริการและให้คำแนะนำแก่อาจารย์ นักศึกษาและบุคคลทั่วไป

2. สถานศึกษาควรมีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วในการรองรับการใช้งานและสอดคล้องกับซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน และมีอุปกรณ์ในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่เพียงพอ เพื่อทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3. รัฐบาลควรขับเคลื่อนนโยบายดิจิทัลเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลอย่างยั่งยืนเพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงบริการพื้นฐานของรัฐอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกัน โดยการสนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาห้องเรียนอัจฉริยะ (smart classroom) ที่เป็นห้องเรียนซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทั้งภาคทฤษฎีและการปฏิบัติทักษะได้อย่างเสมือนจริง ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากการถ่ายทอดเสมือนจริงและสามารถถ่ายทอดไปยังโรงเรียนต่างๆ ในต่างจังหวัดทั่วประเทศได้อีกด้วย

4. หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยเพื่อหาองค์ความรู้เกี่ยวกับการบูรณาการการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในยุคประเทศไทย 4.0 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมสู่ยุคดิจิทัล

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ครูผู้สอน และนักการศึกษาสามารถนำกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัยไปเป็น แนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อประยุกต์ใช้กับรายวิชาต่างๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา หรือตามบริบทของการจัดการเรียนการสอนได้

2. ผู้ใช้งานสามารถนำแอปพลิเคชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสมได้ โดยเลือกแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ง่าย มีขั้นตอนการพัฒนาที่ไม่ซับซ้อน พัฒนาได้ด้วยคอมพิวเตอร์หรือมือถือได้ทุกระบบปฏิบัติการ และไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดงบประมาณได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ร่วมกับวิธีการสอนอื่นๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านต่างๆ ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น ทักษะพิสัย เป็นต้น

3. ควรมีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรายวิชาอื่นๆ เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ เช่น ระบบบอดี้เมซัน ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.
- เกรียงไกร พลະสนธิ. (2559). *การพัฒนาแบบจำลองแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสะสมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จงจิตต์ ฤทธิรงค์ และรีนา ต๊ะดี. (2558). *ข้อท้าทายในการผลิตแรงงานฝีมือไทยเพื่อเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน*. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชัยอนันต์ สาขะจันทร์ (2559). *การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและความคงทนทางการเรียน สำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2556). *พลิกบทบาท 3D สู่โลกความจริงเสมือน (Augmented Reality)*. เอกสารประกอบการบรรยาย. นครปฐม: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ยังยุทธ แฉล้มวงษ์. (2557ก). *แรงงานไทยในบริบทใหม่เมื่อเปิดประชาคมอาเซียน* สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2559 จาก <http://tdri.or.th/tdri-insight/thai-labour-in-aec-context>.
- วิทยากร เขียวกุล. (2558). *สภาวะการศึกษาไทย 2557/2558 “จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร”* กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผลงานโลกจริง (Augmented Reality)*. พิษณุโลก : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สมศักดิ์ เตชะโกสิต. (2559). *รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อการรู้สละเต็ม*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา . บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สาธิต โพธิ์เกตุ. (2555). *การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้แบบร่วมมือบนเว็บวิชาฟิสิกส์ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- เสาวภา กลิ่นสูงเนิน สมเกียรติ ตันติวงศ์วานิช และศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี. (2558). การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์ อุตรดิตถ์*. 14(3), 288-295.
- อุบล ทองปัญญา. (2559). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผนวกวิธีการสอนบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับอุดมศึกษา. *ดุษฎีนิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต*. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา .บัณฑิตวิทยาลัย .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ennis, R.H., Millman, J. and Tomko, T.N.. (1985). *Manual Cornell Critical Thinking Test*. Pacific Grove, CA: Midwest.
- Margarita Vilkoniene. (2009). *Influence of augmented reality technology upon pupils' knowledge about human digestive system: The results of the experiment*. *US-3 China Education Review*, 36-43.
- Yen J., Tsai, C., and Wu, M. (2013). Augmented Reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *In 13th International Educational Technology Conference*, (pp.165-173).