

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ
2-DIMENSIONAL AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY : MILLING WORKPIECE
ALIGNMENT USING AUTOMATED MACHINE

ณรงค์ ไชยมงคล* เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์

Narong Chaimongkhon, Metha Oungthong and Apichat Sripadit

E-mail: S6102017856078@email.kmutnb.ac.th, metha.o@fte.kmutnb.ac.th
and apichat.s@fte.kmutnb.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

Department of Teacher Training in Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

*Corresponding Author E-mail: S6102017856078@email.kmutnb.ac.th

(Received: May 5, 2020; Revised: July 7, 2020; Accepted: July 20, 2020)

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) develop and determine the efficiency of the instructional media with 2D augmented reality technology for centering workpiece on a CNC milling machine and to 2) compare the learning achievement of students to the predetermined standard. The samples in this study included 30 second-year students from the high vocational certificate of the Department of Industrial Technology, Eastern College of Technology. The research instruments consisted of the instructional media with 2D augmented reality technology for centering workpiece on a CNC milling machine, a class exercise, and a post-learning test. In addition, the index of Item-Objective Congruence (IOC) ranged from 0.60 to 1.00. The difficulty level of each question was between 0.20 to 0.80. The item discrimination was from 0.25 to 0.75. Also, the reliability was 0.88. Furthermore, the statistical values for analyzing were average, standard deviation, and instructional media efficiency. The learning achievement was compared to the standard by using a t-test.

The results showed that 1) the quality assessment score of the instructional media with 2D augmented reality technology was considered as a very good level, $\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.31, which was the overall, 2) regarding the efficiency of the instructional media with 2D augmented reality technology media, the procedure efficiency (E1) was 81.08 and the performance of result (E2) was 83.55, being higher than the predetermined standard of 80/80. Moreover, 3) the comparison of the learning achievement found that the average overall of the learning achievement score was 25.06 with a standard deviation of 2.62, which was higher than the predetermined standard with a significant level of .05

Keywords: Augmented Reality; Machine; Workpiece Alignment

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ของนักศึกษาเทียบกับเกณฑ์ ด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ แบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 มีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 0.20-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.75 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test เทียบกับเกณฑ์

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.31) 2) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.08 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.55 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เทียบกับเกณฑ์ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 25.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.62 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เครื่องจักร ศูนย์ชิ้นงาน

1. บทนำ

การศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงและมีการปฏิรูประบบการเรียนรู้ การเรียนการสอน โดยจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์และมีส่วนร่วมในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีพัฒนาการทางสมองที่ดี สามารถแสดงออกทางด้านความคิดในด้านบวกและเป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้มีการจัดกิจกรรม ส่งเสริมการอบรมด้านวิชาชีพให้กับผู้เรียน เพื่อให้ได้ทั้งด้านคุณภาพและมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในสายงานอาชีพ เพิ่มโอกาสทางการศึกษาของผู้เรียนสายอาชีวศึกษาให้เข้าถึงอาชีพที่สนใจได้อย่างต่อเนื่อง มีความเป็นธรรม เป็นศูนย์กลางสำหรับการจัดการด้านอาชีวศึกษาและสามารถเปิดฝึกอบรมด้านวิชาชีพ ตั้งแต่ระดับช่างฝีมือถึงช่างเทคนิค สร้างองค์ความรู้ความร่วมมือให้กับทุกภาคส่วน ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาการจัดการอาชีวศึกษา และการฝึกอบรมวิชาชีพ จัดการองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาอาชีพ และคุณภาพชีวิตของประชาชน ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนเพื่อความเป็นเลิศและก้าวหน้าในวิชาชีพ การร่วมมือกับสถานประกอบการทางธุรกิจเพื่อจัดการศึกษาร่วมกันเป็นทางออกที่น่าสนับสนุน สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัด เหมาะสมกับผู้เรียน สอดคล้องกับสาขาวิชาชีพและความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตได้อย่างมีความสุขในยุคไทยแลนด์ 4.0 [1]

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 เป็นหลักสูตรที่เน้นพัฒนากำลังคนระดับเทคนิคให้มีสมรรถนะ คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ ประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ผู้เรียนมีความรู้เต็มภูมิ ปฏิบัติงานได้จริง มีความเป็นผู้นำ สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี ประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579 ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ [2]

ในรายวิชาเทคโนโลยีซีเอ็นซี (Computer Numerical Control Technology) ผู้เรียนจะต้องศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องซีเอ็นซีในระบบการควบคุม ระบบแนวแกน ระบบโคออร์ดิเนต โครงสร้างโปรแกรมตามมาตรฐาน การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรมสำหรับงานเครื่องกลึง งานเครื่องกัด การตรวจสอบด้วยโปรแกรม Simulation หรือเครื่องซีเอ็นซี ซึ่งการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อ.เทค) จะเน้นในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถลงมือปฏิบัติงานได้ตามสาขางานที่ได้เลือกไว้ โดยวิชาเทคโนโลยีซีเอ็นซี จะแบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ ออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) ช่วงภาคทฤษฎี จะเป็นการเรียนเกี่ยวกับ หลักการทำงาน โครงสร้างและระบบควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี แนวแกนและระบบโคออร์ดิเนต

ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี โครงสร้างของโปรแกรมตามมาตรฐาน การวางแผนปฏิบัติงานซีเอ็นซี การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี การใช้ งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลซีเอ็นซี โดยจะเป็นการเรียนรู้ในห้องและสอนตามเนื้อหาที่ ได้เตรียมไว้ 2) ช่วงภาคปฏิบัติ จะเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนการเปิด – ปิดเครื่องจักรซีเอ็นซี การปรับแต่งค่าต่างๆของเครื่อง การตั้ง ศูนย์เครื่องจักรซีเอ็นซี การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดแบบศูนย์กลางชิ้นงานและแบบมุมขอบชิ้นงาน การตั้งความยาวของเครื่องมือ ตัด การโหลดโปรแกรมการใช้งาน การควบคุมเครื่อง โดยทุกขั้นตอนจะเป็นการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติจากเครื่องจักรกลจริง แต่ใน การเรียนภาคปฏิบัติของผู้เรียนนั้น จะพบปัญหา คือ จำนวนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มีจำนวนที่จำกัดไม่สอดคล้องกับผู้เรียน สื่อการ สอนภาคปฏิบัติไม่ตรงตามเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา ผู้เรียนไม่ตั้งใจเรียนและเกิดความเบื่อหน่าย เนื่องจากเครื่องจักรกลมีจำนวน ไม่เพียงพอ เมื่อมีการสาธิตขั้นตอนการทำงาน ขั้นตอนการตั้งค่าต่างๆของเครื่อง ขั้นตอนการ Set up เครื่องมือตัด ขั้นตอนการ เลือกชิ้นงานหรือขั้นตอนการตั้งศูนย์ชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ รวมถึงลำดับความสำคัญในการใช้งานเครื่องมือมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและ ยุ่งยาก ซึ่งเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้น ส่งผลให้ผู้เรียนเมื่อจะต้องลงมือปฏิบัติงานจริงกับเครื่องจักรกลไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง เมื่อเครื่องเกิดมีการเตือนในกรณีต่างๆ ผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขปัญหาหน้าเครื่องได้ ขาดความชำนาญและ ทักษะในการควบคุมเครื่อง เกิดความกลัวและไม่มั่นใจเมื่อจะต้องลงมือปฏิบัติงาน จึงทำให้ไม่สามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาสื่อการสอนสมัยใหม่ที่เข้าถึงผู้เรียนได้โดยตรง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา มีปฏิสัมพันธ์หรือ ได้ตอบกับสื่อที่ได้เรียนรู้ สามารถลงมือปฏิบัติตามได้ง่าย มองเห็นการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้อย่างชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อใช้พัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น เพิ่มทักษะและความชำนาญให้กับผู้เรียน

ในปัจจุบันความเจริญในด้านต่างๆหรือการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์และเข้ามามีบทบาทที่ สำคัญในการดำเนินชีวิต อาทิเช่น ด้านการเกษตร ด้านโทรคมนาคม ด้านการทหาร ด้านศิลปะ ด้านการพาณิชย์ ด้านอุตสาหกรรม ในรูปแบบต่างๆ ฯลฯ แม้กระทั่งในด้านการศึกษาก็มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้เป็นตัวช่วยสำหรับการเรียนการสอน มีการ นำสื่อสมัยใหม่ อุปกรณ์ที่ทันสมัย เข้ามาจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา บทเรียนได้อย่างรวดเร็ว เข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนอย่างแท้จริง เทคโนโลยีที่นำมาใช้นั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้ทีวี ระบบ คอมพิวเตอร์ จอโปรเจกเตอร์ สื่อจากโลกออนไลน์ สื่อเสมือนจริง สื่อ Simulation สื่อของจริง เป็นต้น ซึ่งสื่อต่างๆ ที่กล่าวมานั้น จะแสดงออกมาในรูปแบบของแสง สี เสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ตัวหนังสือ การโต้ตอบกับผู้เรียน หรือแสดงออกใน รูปแบบเสมือนจริง โดยจะมีระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมการทำงาน แต่ในการเรียนการสอนนั้นยังมีอีกหนึ่งเทคโนโลยี คือ การ นำโทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือจัดการระบบการเรียนการสอน ทำให้เรียนได้ง่ายขึ้น และสามารถเข้าถึง ข้อมูลเนื้อหาที่จะศึกษา สามารถแสดงออกในรูปแบบของภาพนิ่ง คำบรรยาย ตัวหนังสือ ภาพเคลื่อนไหว ภาพแอนิเมชัน ภาพกราฟิก การตอบโต้กับผู้เรียนหรือการแสดงออกในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ การเรียนการสอนเรียนรู้ได้เป็นแบบรายบุคคล และรายกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดี สามารถเลือกเนื้อหาที่จะเรียนรู้ได้ ซึ่งเทคโนโลยีที่กล่าวถึง คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่มีการผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ทำให้มองเห็นภาพกลายเป็น วัตถุ 2 มิติ และ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง ดูมีมิติ มีความตื่นตื้นและเร้าใจ รูปแบบการนำเสนอที่ลอยออกจากจอคอมพิวเตอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่ ดังนั้น AR คือ การดึงออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นตื้นเร้าใจ ใน รูปแบบ Interactive Media โดยแท้จริง [3] เมื่อนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้กับผู้เรียน จะสามารถถ่ายทอดเนื้อหา บทเรียนให้มีลักษณะใกล้เคียงกับการสอนจริง ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิสัมพันธ์หรือการ ได้ตอบ [4]

จากทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนในรูปแบบใหม่จะต้องเน้นการใช้เทคโนโลยีที่ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายสะดวก มีความตื่นตื้นและเร้าใจขณะที่เรียนรู้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วย เครื่องจักรกลอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาค ตะวันออก (อ.เทค) ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้โดยอาศัยพัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้กับการเรียน การสอนแบบปกติ ทั้งแบบรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิด ภาษาท่าทางหรือการสื่อสารอื่นๆ นำมาใช้ในการ เรียนรู้ ทั้งนี้ เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีศักยภาพการนำเสนอเนื้อหาที่ได้เปรียบกว่าสื่อแบบเดิมและเปิดโอกาส ให้สามารถใช้รูปแบบการสื่อสารที่หลากหลาย เพิ่มพื้นที่การเรียนรู้ สร้างรูปแบบการตอบสนองและปฏิสัมพันธ์ที่แปลกใหม่ร่วมกัน ได้ อีกทั้งผู้เรียนสามารถพัฒนาและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความชำนาญ ทักษะ ความมั่นใจในการทำงานก่อนที่จะลงมือ

ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาการเรียนการสอน บูรณาการในรายวิชาและช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

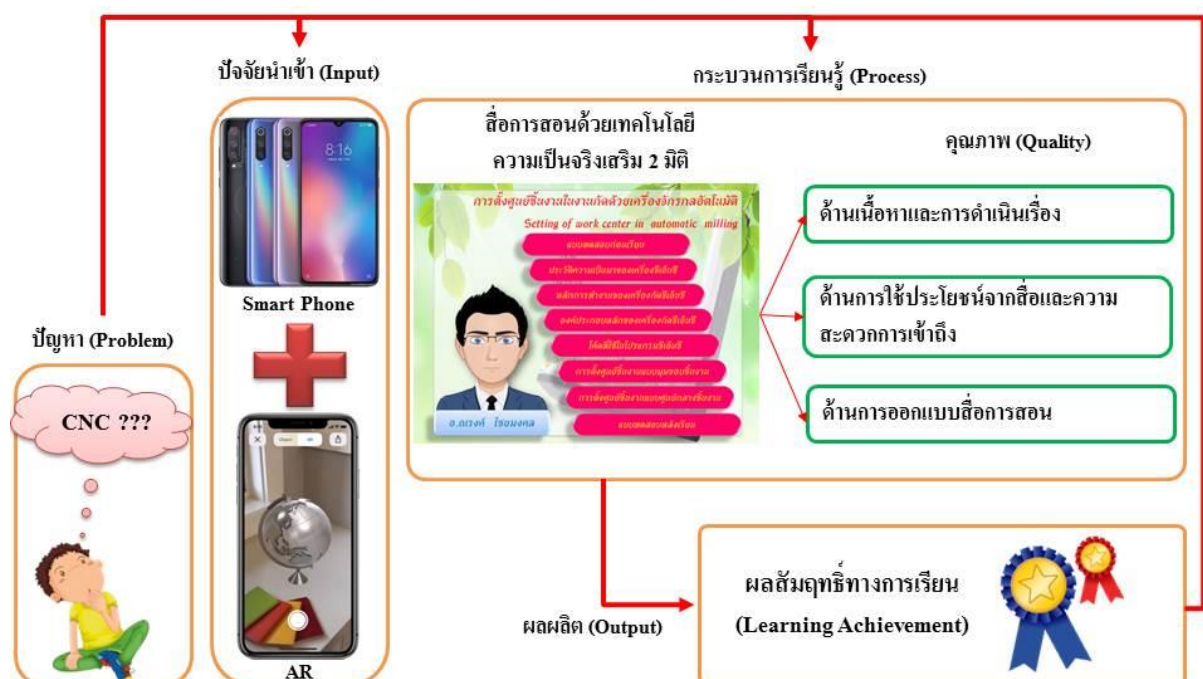
- 2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาสาขาเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ของนักศึกษาเทียบกับเกณฑ์

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาสาขาเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 80)

4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

แนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้
ส่วนที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input) คือ การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้แก่ การใช้โทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนที่มีกล้องมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม(AR) มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้มากขึ้น

ส่วนที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ (Process) คือ การนำข้อมูลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาออกแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ โดยใช้หลักแนวคิดของ Alessi and Trollip และหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน ผู้วิจัยนำหลักการของ Chaibong Phromwong [5] แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง และ 3) ด้านการออกแบบสื่อการสอน

ส่วนที่ 3 ผลผลิต (Output) คือ สิ่งที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าเมื่อผู้เรียน ได้เรียนรู้ด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องจริงได้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test แบบ one simple group ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษา ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีซีเอ็นซี จำนวน 4 ห้อง จำนวน 154 คน ปีการศึกษา 2/2562

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษา ปวส. ชั้นปีที่ 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเทคโนโลยีซีเอ็นซี ปีการศึกษา 2562 โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) จำนวน 30 คน

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ 1) องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี 2) การเปิด – ปิดเครื่องจักรซีเอ็นซี 3) การปรับตั้งค่าต่างๆ ของเครื่อง 4) การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัด แบ่งเป็น 2 ข้อย่อย ได้แก่ 4.1) แบบศูนย์กลางชิ้นงาน 4.2) แบบมุมขอบชิ้นงาน

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ ได้แบ่งเครื่องมือในการวิจัยออกเป็น 3 ชนิด

6.1.1 สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เป็นรูปแบบสื่อการสอนแบบ AR เชื่อมต่อข้อมูลด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ Smart Phone มีจำนวน 17 หน้า ใช้หลักแนวคิดของ Alessi and Trollip ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมตกแต่งรูปภาพ นำเสนอข้อมูลผ่าน Zappar Application ตัวอย่างหน้าจอสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ

6.1.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ แบบประเมิน ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง และ 3) ด้านการออกแบบสื่อการสอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามมาตราส่วนของลิเคิร์ท (Likert Scale) มีเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับดี

2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับพอใช้

1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

6.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบให้คะแนนความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 จำนวน 46 ข้อ นำข้อสอบที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มทดลอง(เรียนมาแล้ว)ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน มีค่าความยากง่ายรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 จำนวน 46 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.75 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่ดีที่สุด เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน จากนั้นผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองเป็น 3 ระยะ ดังนี้

6.2.1 ระยะที่ 1 การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน

6.2.2 ระยะที่ 2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ดำเนินการทดลองโดยนำสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว โดยดำเนินตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.2.2.1 ผู้วิจัยชี้แจงการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ

6.2.2.2 ดำเนินการสอนในภาคทฤษฎีด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด

6.2.2.3 เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ดังรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 ศึกษาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติและทำแบบทดสอบ



รูปที่ 4 ศึกษาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติและลงปฏิบัติงานกับเครื่องจริง

6.2.3 ระยะที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากแบบทดสอบและนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test แบบ one simple group ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ทั้ง 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง และ 3) ด้านการออกแบบสื่อการสอน เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.3.2 คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ โดยใช้สูตร E_1/E_2

6.3.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในรายวิชาเทคโนโลยีซีเอ็นซี เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-test แบบ one simple group ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

7. ผลการวิจัยและการสรุปผล

7.1 การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ พบว่า สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติที่พัฒนาขึ้น โดยรวมของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.31) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

(1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.36) โดยประกอบด้วย 1) เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2) ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่เรียน 3) ลำดับเนื้อหาเหมาะสมและถูกต้อง 4) ความถูกต้องและชัดเจนของเนื้อหาที่เรียน 5) เนื้อหาที่เรียนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน 6) ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง 7) การจัดเนื้อหาบทเรียนมีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก 8) เนื้อหาบทเรียนมีความเข้าใจง่าย ต่อการสรุปเป็นองค์ความรู้ 9) ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตัวเองได้ 10) ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 11) เนื้อหาบทเรียนแต่ละหัวข้อมีมาตรฐานเดียวกัน และ 12) ออกแบบเนื้อหาน่าสนใจ ดึงดูดต่อการเรียนการสอน

(2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.60$, S.D. = 0.33) โดยประกอบด้วย 1) การเข้าสู่กิจกรรมและเนื้อหาบทเรียนทำได้ง่าย 2) การเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนทำได้รวดเร็ว 3) แอปพลิเคชันที่ใช้เรียนรู้มีความเหมาะสม และ 4) แอปพลิเคชันมีความสะดวก สามารถใช้งานได้ง่าย

(3) ด้านการออกแบบสื่อการสอน พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.38$, S.D. = 0.44) โดยประกอบด้วย 1) การใช้งานแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมกับผู้เรียน 2) การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน 3) การออกแบบสื่อมีการนำเสนอที่น่าสนใจเหมาะสมแก่การเรียนรู้ 4) การออกแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม 5) ภาษาที่ใช้ในการเรียนมีความเหมาะสม 6) เสียงบรรยายมีความชัดเจน ถูกต้อง 7) เนื้อหาบทเรียนมีความถูกต้องและสมบูรณ์ 8) ปริมาณเนื้อหาที่เรียนมีความเหมาะสม 9) คุณภาพของภาพและเสียงมีความเหมาะสม และ 10) การออกแบบคู่มือการใช้งานมีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่าย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับคุณภาพ
	$\bar{x}$	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.55	0.36	ดีมาก
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง	4.60	0.33	ดีมาก
3. ด้านการออกแบบสื่อการสอน	4.38	0.44	ดี
ภาพรวม	4.51	0.31	ดีมาก

7.2 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 81.08/83.55$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ $E_1/E_2 = 80/80$ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

คะแนน	n	คะแนน		%	เกณฑ์
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E_1)	30	40	32.43	81.08	80
ผลลัพธ์ (E_2)		30	25.06	83.55	80

7.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

คะแนน	คะแนนรวม	n	$\bar{x}$	S.D.	เกณฑ์	t	Sig.
ทดสอบหลังเรียน	30	30	25.06	2.62	24	2.22	0.017

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ อภิปรายผลได้ดังนี้

8.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ผลการประเมินในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาออกเป็นรายด้าน คือ ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับการดำเนินเรื่อง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและความสะดวกการเข้าถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และด้านออกแบบสื่อการสอน ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยศึกษาลำดับขั้นตอนเนื้อหาบทเรียน วิธีการออกแบบสื่อการสอนในรูปแบบต่างๆ ข้อดีและข้อเสียของสื่อแต่ละชนิด ความเหมาะสมและแปลกใหม่ในการเรียนการสอน อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สำหรับผลิตสื่อการสอนมีความทันสมัย ส่งผลให้รูปแบบการเรียนแปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจ เพิ่มความสนใจแก่ผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Patcharaporn Khunsombut [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผงทดลอง ได้ประเมินด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยรองลงมา อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suphot Phwngsiri [7] ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาคู่มือความจริงเสริม เรื่อง การใช้เครื่องวัดปริมาณไขมันร่างกาย ได้ประเมินด้านสื่อ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับดีมาก และความเหมาะสมด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรองลงมา อยู่ในระดับดีมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bussarakam Tongpet [8] ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการสอนแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง 2 มิติ ผ่านระบบ Google Classroom เรื่อง ตัวต้านทาน วิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ได้ประเมินด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับดี และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยรองลงมา อยู่ในระดับดี

8.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_1/E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อาจเนื่องมาจากสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นมานั้น ผู้เรียนได้เห็นขั้นตอนการปฏิบัติอย่างชัดเจน เข้าใจในคำสั่งและวิธีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการตั้งศูนย์ได้อย่างใกล้ชิด สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ตลอดเวลาที่ต้องการ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sanatta Siklom [9] ได้ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งได้ประสิทธิภาพ 82.78/82.10 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Supat Boonyou [10] ได้พัฒนาสื่อการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ 86.17/83.17 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่า 80/80

8.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่อง การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติของนักศึกษาเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 อาจเนื่องมาจากสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ได้มีการผ่านกระบวนการ วิธีการ ขั้นตอนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การหาข้อปัญหาในการวิจัย ศึกษาเนื้อหาและทฤษฎี หลักการในการสร้างสื่อ รวบรวมข้อมูล ศึกษาวิธีการออกแบบสื่อการสอน นำเนื้อหาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ออกแบบสื่อให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เขียนผังงานโครงสร้าง ผลิตสื่อการสอนในรูปแบบที่ต้องการ จึงทำให้ได้สื่อการสอนสมัยใหม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นสื่อการสอนที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ในด้านเนื้อหาเหมือนกับครูผู้สอนจริงๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถตอบโต้และมีปฏิสัมพันธ์โดยผ่านการสื่อสารด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสมาร์ตโฟนนั่นเอง อีกทั้งสื่อการสอนประเภทนี้ยังมีกิจกรรมต่างๆ อีกมากมาย ให้ผู้เรียนสามารถเลือกเล่นหรือเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาของสื่อการสอนจะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละหัวข้อ โดยเรียงลำดับเนื้อหาตามลำดับก่อนหลัง จากง่ายไปยาก โดยในแต่ละหัวข้อจะประกอบไปด้วยเนื้อหา ภาพแอนิเมชัน คลิปวิดีโอพร้อมคำบรรยาย เสียงเพลงต่างๆ ที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษา ทบทวน ทำแบบทดสอบ ฝึกความชำนาญและเกิดความเชี่ยวชาญ ทำให้เกิดการเรียนรู้และเพิ่มทักษะ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Apida Runwath [11] ได้พัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อท้องถิ่นโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 83.33 ของคะแนนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Darthatha Viraphan [12] ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้การถนอมเมล็ดมีเดีย 2 มิติ เรื่อง อยู่อย่างพอเพียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบ 2 มิติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 82.33 ของคะแนนเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanwit Kamcharean [13] เรื่อง การใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง: การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง พบว่า ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องเกิน 50% แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง เมื่อใช้สื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง เรื่อง การเคลื่อนที่แนววิถีโค้ง ในการจัดการเรียนการสอน

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

9.1.1 ครูผู้สอนควรแนะนำและกำกับผู้เรียนให้ศึกษาขั้นตอนในการใช้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ อย่างละเอียด เพื่อให้ผลการเรียนมีประสิทธิภาพ

9.1.2 ก่อนเข้ารับการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ผู้เรียนควรมีพื้นฐานความรู้ในรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซีและซีเอ็นซีขั้นต้น เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

9.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

9.2.1 ควรออกแบบรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาที่เรียน ในการเรียนรู้ด้วยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เช่นการถามตอบในกรณีที่ผู้เรียนมีข้อคำถามหรือข้อสงสัยระหว่างที่ทำการศึกษาบทเรียนนั้นๆ

9.2.2 ผู้ที่จะทำการพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ควรออกแบบขนาดของตัวอักษรให้มีความเหมาะสม ชัดเจนและอ่านง่าย กับการแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์แบบ Smart Phone เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ โดยอาจจะเลือกใช้โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันที่มีความเหมาะสมมากกว่านี้

9.2.3 ควรมีการพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้ผู้เรียนทุกระดับชั้น และในรายวิชาอื่นๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และความสนใจให้กับผู้เรียน เพื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thailand Development Research Institute. 2014. **Proposal on the reform of the Thai education system**. [online]. Retrieved from <http://pokpong.org/wp-content/uploads/education-reform-proposal.pdf> (April 10, 2019).
- [2] Office of the Education Council. 2017. **The National Scheme of Education BE 2560-2579**. [online]. Retrieved from <http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2.pdf> (April 10, 2019).
- [3] Jiraporn Pakorn. 2018. **AR (Augmented Reality) Virtual world technology combines the real world**. [online]. Retrieved from <http://www.scimath.org/article-technology /item/7755-ar-augmented-reality>. (April 10, 2019)
- [4] Ladawan Saothong. 2013. **Augmented Reality**. [online]. Retrieved from <http://ladawan24nong.blogspot. com/2013/ 08/virtual-classroom.html>. (April 10, 2019)
- [5] Chaoyong Phromwong. 2013. Developmental Testing of Media and Instructional Package. **Silpakorn Journal of Research Sciences**, 5(1), p. 5-20.
- [6] Patcharaporn Khunsombut. 2018. **Supplementary Learning Media by Augmented Reality for The Connection of Circuits and Electronic Devices on Protoboards**. Master of Science in Industrial Education in Electronics, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- [7] Suphot Phwngsiri. 2016. **The Development of Augmented Reality Manual on the Use of Body Fat Measurement**. Master of Education in Educational Technology and Communications, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University.
- [8] Bussarakam Tongpet. 2020. Creating and Searching Effectiveness for Teaching Media using 2D Augment Reality via Google Classroom for Resister in Subject of Fundamental Electrical Engineering for Bachelor of Science in Technical Education. **The 12th National Conference on Technical Education**, (March), p. 27-33.
- [9] Sanatta Siklom. 2016. **Learning media by augmented reality on microcontroller**. Master of Science in Industrial Education in Electrical Communications Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- [10] Supat Boonyou. 2016. **Basic Electronic Instructional Media by Using Augmented Reality**. Master of Science in Industrial Education in Electrical Engineering, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.
- [11] Apida Runwath. 2018. The Development of Multimedia for Local Community Participation. **Journal of Project in Computer Science and Information Technology**, 4(2), p. 7-16.
- [12] Daoratha Weerapan. 2017. The Development of 2D Animated Multimedia Learning Materials About Sufficient Life Via Internet. **Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science)**, 7(3), p.61-72.
- [13] Chanwit Kamcharean. 2019. Use of An Interactive Simulation: Projectile Motion. **Journal of Industrial Education**, 18(3), p. 13-24.