

Journal of Digital Education and Learning Engineering

ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

ผลการใช้โลกเสมือนจริงในการเรียนรู้เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลชันด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์: กรณีศึกษานักศึกษาระดับอาชีวศึกษา

Implementation of a Metaverse-based Learning on Pulse-Width Modulation Signal Generation Using a Microcontroller: A Case Study of Vocational Education Students

อนนท์ ทาเทียว¹ และ ศุภชัย หอวิมานพร^{2*}

Anon Thathiew¹ & Suppachai Howimanporn^{2*}

วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม¹, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ^{2*}

Nakhon Pathom Industrial and Community Education College, Thailand¹, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand^{2*}

Received: June 14, 2025 Revised: June 20, 2025 Accepted: June 26, 2025

บทคัดย่อ

การสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลชันเป็นเนื้อหาสำคัญในสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุม อย่างไรก็ตาม การตั้งค่าตัวชี้วัดที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้ระบบควบคุมทำงานผิดพลาด อีกทั้งเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ส่งผลให้นักเรียนบางส่วนขาดความสนใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จากปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาและออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โลกเสมือนจริงเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมและแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงสำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลชันด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน และ (3) เพื่อประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโลกเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย การเรียนรู้บนแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ด้านทักษะการเขียนโปรแกรมในระดับสูงจำนวน 5 คน ระดับปานกลาง 16 คน และระดับต่ำ 6 คน แรงจูงใจของผู้เรียนอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย = 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.06) สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงสามารถส่งเสริมทักษะด้านการเขียนโปรแกรมและแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การเขียนโปรแกรม พัลส์วิธึมอดุลชัน โลกเสมือนจริง เทคโนโลยีการศึกษา

Abstract

*Corresponding author

Email address: suppachai.h@fte.kmutnb.ac.th

Pulse-width modulation (PWM) signal generation is a crucial topic in the fields of electronics and control engineering. However, improper duty cycle settings can result in malfunctioning control systems. Moreover, the complexity of the subject matter often leads to a lack of student engagement and low academic performance. To address these challenges, a virtual world-based learning model was developed and designed to enhance students' programming skills and learning motivation. The objectives of this study were (1) to develop a virtual world-based learning tool for teaching PWM signal generation using a microcontroller, (2) to examine the development of students' programming skills, and (3) to assess students' motivation after participating in the virtual world-based learning activity. The participants in this study were 26 vocational certificate students in the Electronics Program at Nakhon Pathom Vocational College. The learning tool consisted of an online virtual world platform. The research findings revealed that five students demonstrated high-level development in programming skills, 16 students were at a moderate level, and six students were at a low level. The overall motivation of students was rated at a high level (mean = 4.82, standard deviation = 0.06). These results indicate that virtual world-based learning effectively enhances programming skills and learning motivation among vocational education students.

Keywords: Programming, PWM, Metaverse, Education Technology

■ บทนำ

การเรียนการสอนไมโครคอนโทรลเลอร์มีแนวทางการพัฒนาผ่านโลกเสมือนจริงเพื่อเรียนรู้การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นกระบวนการในการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการในยุคที่เทคโนโลยีเติบโตอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการสอนด้านนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากทั้งในเรื่องของเนื้อหาหลักสูตร เทคนิคการสอน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ ปัจจุบันหลักสูตรระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น รวมถึงการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการจัดทำโครงงานในสถานศึกษา จนกลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี นอกจากนี้ ผู้เรียนสามารถคิดค้นนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ผ่านชุดฝึกอบรมที่มีการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ไว้ล่วงหน้า อาจส่งผลกระทบต่อความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในหลักการและแนวคิดสำคัญ เช่น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมมอเตอร์ และการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Patarroyo et al., 2015; Manoharan et al., 2018)

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทักษะการเขียนโปรแกรมได้กลายเป็นหนึ่งในทักษะพื้นฐานที่สำคัญยิ่งสำหรับผู้เรียนในหลากหลายสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอาชีวศึกษาที่จำเป็นต้องเรียนรู้การเขียนโปรแกรมในการควบคุมเครื่องมือและอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรม (Fuentes et al., 2021) อย่างไรก็ตาม ด้วยการเรียนการสอนเกี่ยวกับพัฒนาความเข้าใจการเขียนโปรแกรมในปัจจุบันยังคงต้องเผชิญกับความท้าทาย ได้แก่ ความซับซ้อนของแนวคิดเชิงนามธรรมที่ยากต่อการทำความเข้าใจ การขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่สามารถจำลองสถานการณ์จริงได้ และการขาดโอกาสในการฝึกฝนปฏิบัติจริงที่เพียงพอ ทำให้ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและอาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาศักยภาพด้านการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน

เป็นสาเหตุให้เกิดความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนและแก้ไขข้อจำกัดของการเรียนการสอนแบบเดิมได้ เครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้แบบโลกเสมือนจริง (Virtual Reality Learning) จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการยกระดับคุณภาพในการทำความเข้าใจการเขียนโปรแกรม ด้วยคุณสมบัติที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริงและน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อน ส่งเสริมการฝึกฝนปฏิบัติจริง และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนให้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Chookaew et al., 2014)

กิจกรรมเชิงปฏิบัติมีความสำคัญในการเรียนรู้ แต่จะมุ่งเน้นเฉพาะการปฏิบัติการโดยละเอียดหลักการเชิงทฤษฎี ซึ่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเป็นการบูรณาการระหว่างการปฏิบัติและความเข้าใจแนวคิดเชิงเนื้อหา โดยเฉพาะการเรียนรู้แนวคิดหลักของการคิดเชิงคำนวณการเขียนโปรแกรม จำเป็นต้องเชื่อมโยงกับหลักการทางวิศวกรรมด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 แนวคิดดังกล่าวควรบูรณาการให้เหมาะสมระหว่างการปฏิบัติและทฤษฎี กระบวนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การใช้โลกเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ (Rahman et al., 2024) จากการเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกทั้งด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี แม้ว่าการเรียนแบบบรรยายและการสาธิตการปฏิบัติในห้องเรียน จะเป็นวิธีการสอนแบบดั้งเดิมที่ถูกนำมาใช้เป็นเวลานาน แต่ผลลัพธ์อาจยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจและขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงจึงเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากสามารถทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดได้ดีขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้มีการจัดการเรียนรู้โดยส่งเสริมการใช้โลกเสมือนจริงที่สามารถช่วยพัฒนาความรู้ในการเขียนโปรแกรมและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษาอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

■ จุดประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงในการสร้างสัญญาณพัลส์วัดอุณหภูมิจากไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมของผู้เรียน
- 3) เพื่อประเมินแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เรือง อาดูโน้ (Arduino) กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือดีซีมอเตอร์ (DC Motor) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง que เปลี่ยนรูปจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยปกติมีขั้วต่อไฟฟ้าอยู่สองขั้ว ได้แก่ ขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองเข้าแบตเตอรี่โดยตรงมอเตอร์จะหมุนไปทิศทางหนึ่ง แต่ถ้าสลับขั้วต่อไฟฟ้ากับแบตเตอรี่มอเตอร์จะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามโดยทั่วไปมักพบเห็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ เครื่องเล่นดีวีดี รถบังคับวิทยุ รถจักรยานไฟฟ้า โดยมีเนื้อหาที่สำคัญได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยอาดูโน้ การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วยอาดูโน้และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซี L293D

โลกเสมือนจริง (Metaverse) หมายถึง แนวคิดของโลกเสมือนจริงแบบ 3 มิติ ที่มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกัน อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์และทำกิจกรรมต่างๆ ได้เสมือนอยู่ในโลกจริง ผ่านตัวตนเสมือน (Avatar) ของตนเอง โดยมีเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเป็นตัวกลางเชื่อมโยง (Mystakidis, 2022; Cheng, 2023) ในปัจจุบันนี้ มีงานวิจัยมากมายได้นำกลไกของโลกเสมือนจริงมาใช้ในการพัฒนาทักษะ การคิด การแก้ปัญหา และการใช้เทคโนโลยี รวมถึงช่วยส่งเสริม

ความสนุกสนานในการเรียนรู้ และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการให้ข้อเสนอแนะและการเรียนรู้จากข้อผิดพลาด (Dutta et al., 2022) การเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงเป็นแนวทางที่เป็นสื่อกลางในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้การเรียนรู้เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่จับต้องได้ด้วยการผสมผสานเข้ากับวิธีการสอนแบบเดิมช่วยกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (Cabrera-Solano, 2022)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรม สามารถทำให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้การเขียนโปรแกรมในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยได้มีการออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงด้วย Metaverse spatial.io สำหรับช่วยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในโลกเสมือนจริง

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบก่อนการทดลอง (Pre-experimental design) มีลักษณะแผนงานวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) มีการประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) โดย Richard R. Hake (1998) สำหรับการประเมินผลความก้าวหน้าของกลุ่มผู้เรียนแบบรายบุคคลที่เรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมผ่านโลกเสมือนจริงเกี่ยวกับการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม จำนวน 26 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยทุกคนกำลังศึกษาในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับภาคเรียนที่ 1/2567

การเก็บรวบรวมข้อมูล

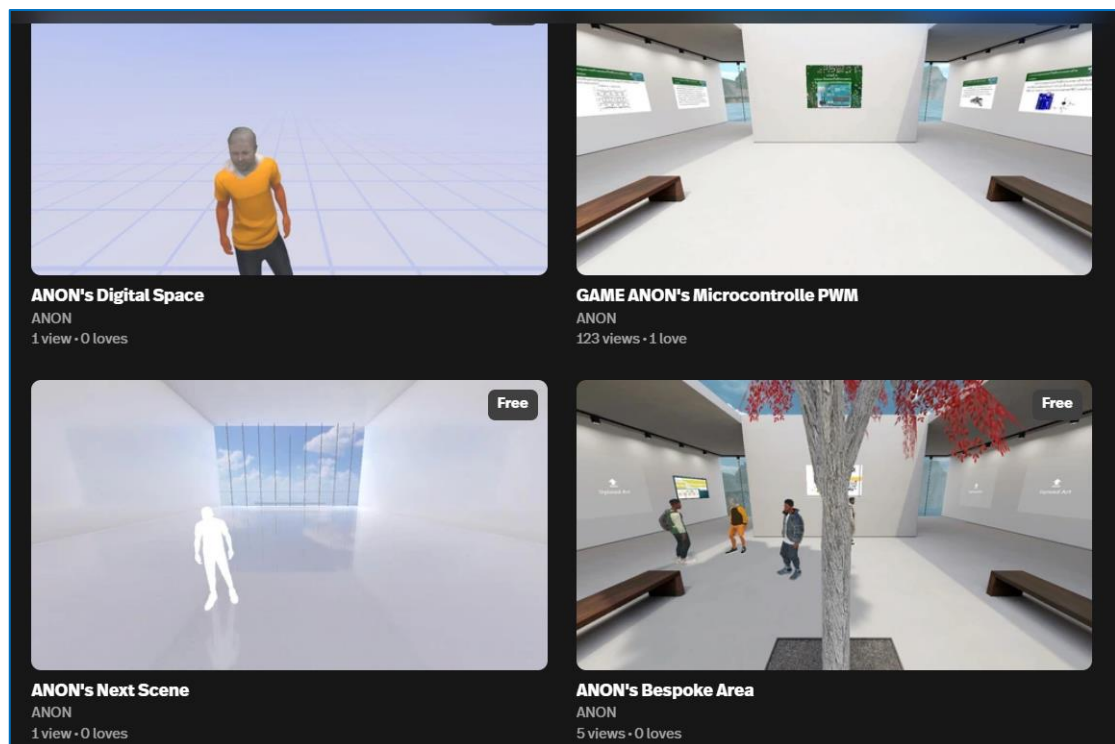
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาทั้งสิ้น 190 นาที โดยมีรายละเอียดดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนประมาณ 30 นาที จากนั้น เข้าสู่เนื้อหาและทำการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมในโลกเสมือนจริง

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยแนะนำกิจกรรมการเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้เวลาในการอธิบายองค์ประกอบของห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้ในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันประมาณ 10 นาที ดังแสดงในภาพที่ 1

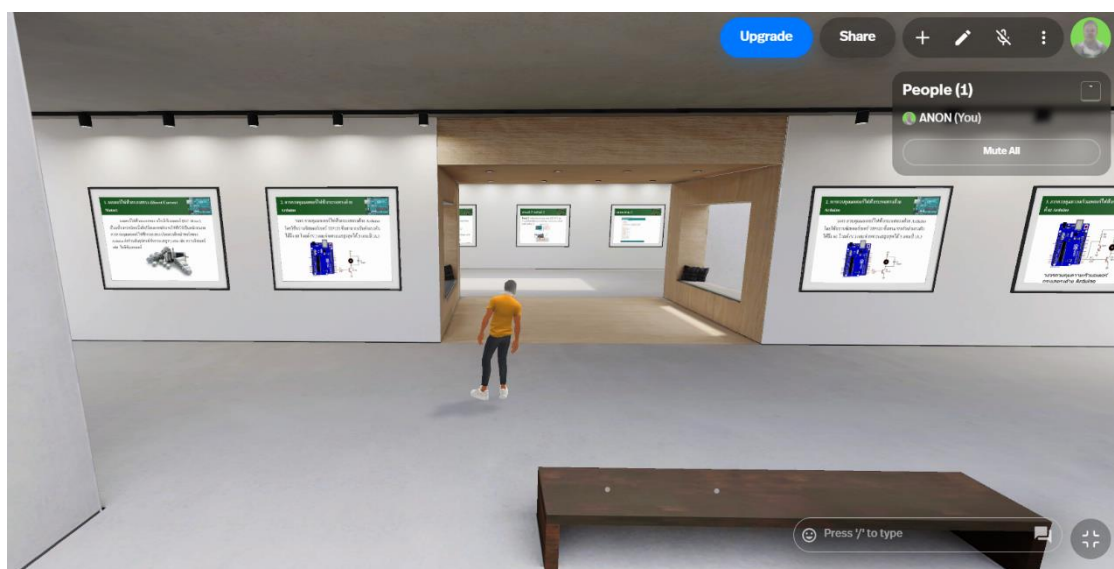
ขั้นตอนที่ 3 ผู้เรียนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มจากการติดตั้งแอปพลิเคชันแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial) เสร็จสิ้น ผู้เรียนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีเวลาในการเรียนรู้ ประมาณ 60 นาที ดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ผู้สอนให้นักเรียนปฏิบัติจริงโดยมีเนื้อหาในโลกเสมือนจริง ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธิตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีใบงาน 1 ข้อ ประกอบการปฏิบัติงานในเนื้อหาบทเรียน ใช้เวลาประมาณ 60 นาที

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากนั้น ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ประมาณ 30 นาที และทำแบบประเมินแรงจูงใจในการเรียนรู้ ใช้เวลาประมาณ 10 นาที



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้ในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชั่น



ภาพที่ 2 ห้องเรียนที่แสดงเนื้อหาการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชั่น



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้โดยใช้วิธีการประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) ของ Richard R. Hake (1998) ในการประเมินผลความก้าวหน้าแบบรายบุคคลของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การส่งเสริมการเรียนรู้จากเกมการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ได้จาก $\langle g \rangle = (\% \text{ Post-test} - \% \text{ Pre-test}) / (100\% - \% \text{ Pre-test})$

โดยที่ $\langle g \rangle$ หมายถึง ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain)

$\% \text{ Pre-test}$ หมายถึง คะแนนสอบก่อนเรียน

$\% \text{ Post-test}$ หมายถึง คะแนนสอบหลังเรียน

โดยค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่ได้นั้น สามารถนำมาแบ่งเป็นระดับความก้าวหน้าทางการเรียน ออกเป็นกลุ่มตามระดับการเรียนรู้ได้สามระดับ โดยใช้การแบ่งระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของ Richard R. Hake (1998) ดังนี้ ค่าเกณฑ์มาตรฐาน ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ $\langle g \rangle \geq 0.7$ มีความก้าวหน้าระดับสูง (High gain) $0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$ มีความก้าวหน้าระดับปานกลาง (Medium gain) $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$ ต่ำ (Low gain) ในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านโลกเสมือนของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2021 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้เรียนกลุ่มทดลองเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ แบบลิเคิร์ต (Likert rating scales)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากผลการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 3 จำนวน 26 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบความรู้ในการเขียนโปรแกรมจำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน หลังจากการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ครบแล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบทักษะการเขียนโปรแกรม ที่เป็นข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน โดยนำแบบทดสอบมาสลับข้อ และสลับชุด

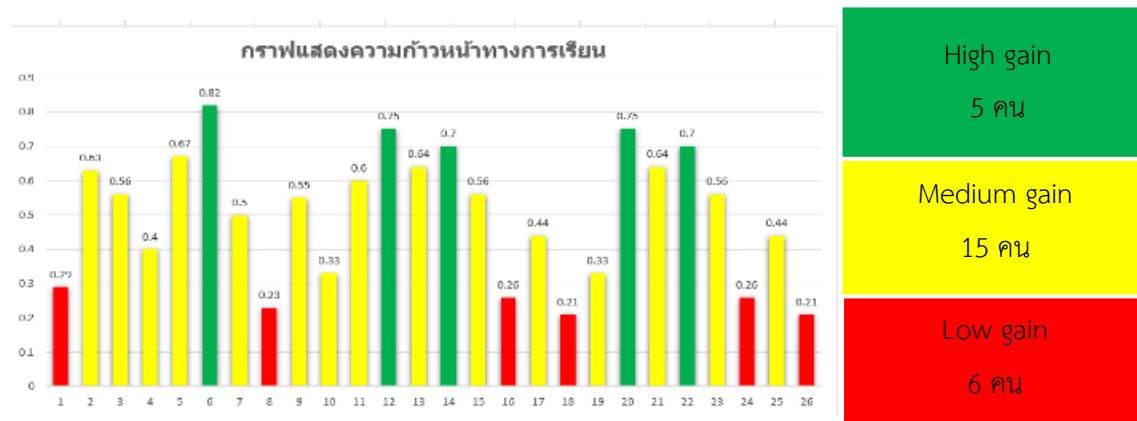
คำตอบ ทำการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain มีผลคะแนน ระดับสูง (High gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูง สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระดับกลาง (Medium gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลาง สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ในระดับหนึ่ง ระดับต่ำ (Low gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ อาจมีปัญหาในการเข้าใจเนื้อหาหรือวิธีการสอน ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 4

ตารางที่ 1

ผลประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรม

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (เปอร์เซ็นต์)	คะแนนหลังเรียน (เปอร์เซ็นต์)	Normalized Gain	ระดับความก้าวหน้า
1	6 (30%)	10 (50%)	0.29	Low gain
2	12 (60%)	17 (85%)	0.63	Medium gain
3	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
4	5 (25%)	11 (55%)	0.40	Medium gain
5	8 (40%)	16 (80%)	0.67	Medium gain
6	9 (45%)	18 (90%)	0.82	High gain
7	10 (50%)	15 (75%)	0.50	Medium gain
8	7 (35%)	10 (50%)	0.23	Low gain
9	9 (45%)	15 (75%)	0.55	Medium gain
10	11(55%)	14 (70%)	0.33	Medium gain
11	10 (50%)	16 (80%)	0.60	Medium gain
12	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
13	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
14	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain
15	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
16	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
17	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
18	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain
19	5 (25%)	10 (50%)	0.33	Medium gain
20	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
21	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
22	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (เปอร์เซ็นต์)	คะแนนหลังเรียน (เปอร์เซ็นต์)	Normalized Gain	ระดับความก้าวหน้า
23	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
24	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
25	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
26	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain



ภาพที่ 4 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นแบบรายบุคคล แบบ Normalized Gain

นอกจากนี้ ในตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) ด้วยการทดสอบวิลคอกซ์ (Wilcoxon Signed Rank test) พบว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$)

ตารางที่ 2

ผลการทดสอบสถิติ Wilcoxon Signed Rank test

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย (Mean Rank)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	z	p	Effect Size (r)
ก่อนเรียน (Pre-test)	8.577	2.239	4.456	0.000***	0.874
หลังเรียน (Post-test)	14.077	3.100			

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

ตารางที่ 3

ผลประโยชน์แรงจูงในการเรียนรู้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1 ความสนใจที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริง	4.77	0.44
2 เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.77	0.44

รายการประเมิน		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
3	เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและทำให้ฉันมีสมาธิในชั้นเรียนมากขึ้น	4.77	0.44
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของฉันได้	4.85	0.38
5	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทำให้รู้สึกตื่นเต้น สนุก เพลิดเพลินในการเรียนรู้มากขึ้น	4.77	0.44
6	เนื้อหาการเรียนรู้เรื่องนี้จะเป็นประโยชน์ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	4.92	0.28
7	ภาพ เสียง เนื้อหาภายในฉากช่วยให้เข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น	4.85	0.38
8	เป้าหมายการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียนและสามารถเรียนรู้ได้ในชีวิตประจำวัน	4.77	0.44
9	รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นสื่อที่ช่วยสร้างความมั่นใจ	4.77	0.44
10	หลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แล้วทำให้มั่นใจในความสามารถในการเรียนรู้มากขึ้น	4.92	0.28
11	วิธีเรียนรู้การส่งเสริมการเขียนโปรแกรมผ่านโลกเสมือนจริงทำให้รู้สึกว่ามันแปลกใหม่	4.85	0.38
12	การใช้การจัดการเรียนรู้นี้ทำให้รู้สึกชอบเรียนไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น	4.85	0.38
13	ฉันยินดีที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และฉันต้องการใช้ชุดการเรียนรู้นี้เพื่อการเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้ตลอดเวลา	4.85	0.38
ค่าเฉลี่ยรวม		4.82	0.06
หมายเหตุ		4.51-5.00 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด	
		3.51-4.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระดับมาก	
		2.51-3.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระดับปานกลาง	
		1.51-2.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระดับน้อย	
		1.00-1.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ในระดับน้อยมาก	

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริง มีผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.06) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีแรงจูงใจต่อกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในเชิงบวก

บทสรุปจากการวิจัย

ผลงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่กำลังนิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันและใช้ผ่านโลกเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งมีความน่าสนใจโดยเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนกลุ่มนักเรียนอาชีวศึกษาไม่เคยใช้สื่อชนิดนี้มาก่อน จึงสามารถทำให้เกิดความสนใจในการเรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และการนำเนื้อหาบทเรียน ใบงานการทดลองมาไว้ในโลกเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น และมีแรงจูงใจในการเรียนที่ดีกว่าการใช้วิธีอื่น เป็นการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านโลกเสมือนจริงของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนในรูปแบบใหม่

นอกจากนี้ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและมีทัศนคติที่ดีโดยภาพรวมมากกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการส่งเสริมความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมผ่านโลกเสมือนจริงของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณ

พัลส์วิทย์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ สามารถนำไปพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อจำกัด

ครู นักวิชาการ และผู้ประกอบการทางการศึกษาที่สนใจพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาที่มีเนื้อหาเชิงนามธรรม ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยเนื้อหาควรมีความน่าสนใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมผ่านโลกเสมือนจริงการเรียนรู้ที่มีระบบให้รางวัล ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจ่อกับเนื้อหาได้ยาวนานขึ้น และเพิ่มความตื่นตัวในการเรียนรู้ การใช้แรงจูงใจสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนอาชีวศึกษา ซึ่งต้องการสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเชิงนามธรรมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ สามารถนำแนวทางการวิจัยนี้ ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ผสมผสานเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อยกระดับคุณภาพทางการศึกษา โดยสามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบ สื่อการเรียนรู้เชิงโต้ตอบ (Interactive Learning Media) หรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล ที่ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างจากรูปแบบเดิมนอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการนำเสนอผลงานในลักษณะใหม่ ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์ความรู้ อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนในทุกๆระดับ ผ่านการใช้โลกเสมือนจริงและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เป็นเครื่องมือในการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นสำหรับโลกยุคดิจิทัล

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป การเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงเป็นแนวทางการศึกษาที่น่าองค์กรประกอบของเกมมาผสมผสานกับการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แนวทางนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้โลกเสมือนจริง ควรคำนึงถึง ขอบเขตของเนื้อหาที่ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ ไม่จำกัดเฉพาะบางหัวข้อ รวมถึงเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ เพื่อให้ผลการศึกษามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ อีกทั้ง ควรคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น ความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนและการลดเสียงรบกวนในห้องเรียน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ แม้ว่าการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงจะมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนเพียงอย่างเดียว ยังต้องอาศัยความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับจากผู้สอนและการสนับสนุนจากปัจจัยแวดล้อม ดังนั้น การออกแบบโลกเสมือนจริงเพื่อการศึกษา ควรคำนึงถึงเนื้อหาที่เหมาะสม การให้รางวัลที่กระตุ้นแรงจูงใจ และการประเมินผลที่หลากหลาย เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การพัฒนาโลกเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้ควรมีการออกแบบที่สามารถปรับใช้ได้กับบริบทที่หลากหลาย และควรมีการศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับผลกระทบของโลกเสมือนจริงที่มีต่อทักษะของผู้เรียน รวมถึงวิธีการเสริมสร้างประสิทธิภาพของโลกเสมือนจริงให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละระดับการศึกษา

■ References

- Cabrera-Solano, P. (2022). Game-based learning in higher education: The pedagogical effect of Genially games in English as a foreign language instruction. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 719-729.
- Cheng, S. (2023). *Metaverse*. In *Metaverse: Concept, Content and Context* (pp. 1-23). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Chookaew, S., Panjaburee, P., Wanichsan, D. & Laosinchai, P. (2014). A personalized e-learning environment to promote student's conceptual learning on basic computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 815-819.
- Fuertes, J. J., Prada, M. Á., Rodríguez-Ossorio, J. R., Gonzalez-Herbon, R., Perez, D., & Domínguez, M. (2021). Environment for education on industry 4.0. *IEEE Access*, 9, 144395-144405.
- Dutta, P. K., Bose, M., Sinha, A., Bhardwaj, R., Ray, S., Roy, S., & Prakash, K. B. (2022, December). Challenges in metaverse in problem-based learning as a game-changing virtual-physical environment for personalized content development. In *IET Conference Proceedings CP824* (Vol. 2022, No. 26, pp. 417-421). Stevenage, UK: The Institution of Engineering and Technology.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Manoharan, G., Thomas, F., Joseph, E. K., & Raghu, C. V. (2018). Design and implementation of micro-controller training kit with GUI support. In *INDICON 2018 - 15th IEEE India Council International Conference*. IEEE.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.
- Nadolny, L., Valai, A., Cherrez, N. J., Elrick, D., Lovett, A., & Nowatzke, M. (2020). Examining the characteristics of game-based learning: A content analysis and design framework. *Computers & Education*, 156, 103936.
- Patarroyo, J. F., Beauchamp, G., & Santiago, A. (2015). Design and implementation of a microcontroller-based workstation with educational purposes for the control systems area. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.
- Rahman, Hameedur, Samiya Abdul Wahid, Faizan Ahmad, and Numan Ali. (2024). Game-based learning in metaverse: Virtual chemistry classroom for chemical bonding for remote education. *Education and Information Technologies*, 29(15), 19595-19619.