Journal of Education Studies
วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีที่ 50 ฉบับที่ 4 EDUCU5004003 (14 pages) doi:

การฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

The 3D Spatial Visualization Skills Training on Metaverse Technology

ภาวพรรณ ขำทับ[1*]

Parwapun Kamtab[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ 2) พัฒนากิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส 3) ศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรมการสร้างสื่อดิจิทัลแบบเสมือนจริง จำนวน 15 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติมีการกำหนดลำดับเป็นขั้นตอนตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่มีจุดเน้นในการช่วยเหลือชี้แนะผู้เรียนอย่างเต็มที่ในช่วงแรก และลดระดับความช่วยเหลือลงเมื่อผู้เรียนเกิดความชำนาญ ก่อนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง 2) กิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัด สมจริง 360 องศา โดยมีจุดสังเกตจากการใช้เส้นประ แสงเงา และสี เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้น 3) ผลการฝึกอบรมทักษะ พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติของผู้เรียน ผ่านเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี (M = 4.13, SD = 0.60) และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.31, SD = 0.61)

คำสำคัญ *:* การฝึกอบรมทักษะ, มิติสัมพันธ์แบบสามมิติ, เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

Article Info: Received 10 August, 2022; **Received in revised form** 26 September, 2022; **Accepted** 10 October, 2022

[1] อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อีเมล : parwapun.k@fte.kmutnb.ac.th

Lecturer of Digital Technology for Technical Education Division, Department of Education Technology, and Information, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok Email: parwapun.k@fte.kmutnb.ac.th

* Corresponding Author

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop the training process for 3D Spatial Visualization Skills; 2) to develop Spatial Visualization Skills training activities on Metaverse technology; and 3) to study the results of training on 3D Spatial Visualization Skills on Metaverse technology. The sample group used in the study consisted of 15 participants in virtual digital media creation training obtained by purposive sampling. The results of the research were as follows: 1) The 3D Spatial Visualization Skills training process was sequenced according to the learner's learning level with a focus on helping and guiding learners fully at the beginning, followed by reducing the level of assistance when learners became proficient before allowing students to learn by themselves; 2) Virtual Training on Metaverse Technology activities provided learners with a clear, real, 360-degree view of key points, highlighted by the use of dotted lines, shadows, and colors to help them understand what they had learned more clearly; and 3) The results of the Skills Training found that the Spatial Visualization Skills after learning was significantly higher than before at the .05 level. The learners' ability to create three-dimensional objects through the assessment criteria was at a good level (M = 4.13, SD = 0.60), and the learning behaviors of the learners through the assessment criteria were at the highest level (M = 4.31, SD = 0.61)

Keywords: virtual training, 3d spatial visualization skills, metaverse technology

บทนำ

ทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางความคิดในการจัดการกับวัตถุสองมิติและสามมิติ การรับรู้ภาพจากการมองเห็น ที่ใช้จินตนาการถึงความสัมพันธ์ในการแปลงรูปทรง การสร้างรูปทรงใหม่ ทำให้สามารถรับรู้ภาพที่มองเห็นได้อย่างถูกต้อง (Eliassen, 2021) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถที่แยกได้หลายทิศทาง แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (spatial visualization) 2) มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (spatial orientation) และ 3) มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ (spatial relation) (Liao, 2017) จากงานวิจัยของ Huang et al. (2019) ที่ได้ศึกษาถึงกลยุทธ์การสอนในการสร้างวัตถุสามมิติ กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างวัตถุสามมิติ จะสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แต่ผู้เรียนจะมีการรับรู้ ทักษะ และประสบการณ์แตกต่างกันซึ่ง Safhalter et al. (2020) กล่าวว่า การสร้างวัตถุสามมิติเป็นเรื่องที่ยากต่อการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนที่ไม่มีปัญญาด้านมิติสัมพันธ์จะเกิดความสับสนและไม่สามารถสร้างชิ้นงานได้ Dimitriu (2016) กล่าวว่า ผู้เรียนไม่สามารถแสดงมุมมองของวัตถุสามมิติที่หลากหลายได้ ทำให้การสร้างชิ้นงานนั้นมีความไม่สมบูรณ์ และ Jacobus and Anass (2019) กล่าวว่า ผู้เรียนมีความสับสนและไม่เข้าใจหลักการขึ้นรูปวัตถุสามมิติในมุมมองต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ทำให้การสร้างวัตถุสามมิติเป็นเรื่องยากสำหรับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดย Arslan and Dazkir (2017) พบว่า ทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์ เป็นทักษะสำคัญในหลายสาขาวิชา ซึ่งถ้าผู้เรียนขาดทักษะนี้จะส่งผลต่อกระบวนการออกแบบในระยะยาว เนื่องจากการสร้างวัตถุสามมิติจำเป็นต้องอาศัยการรับรู้เป็นส่วนสำคัญ เช่น การหมุนปรับเปลี่ยนมุมในการทำงานตลอดเวลา เพื่อปรับแต่งชิ้นงานให้ถูกต้องในทุกมุมมอง ดังนั้นการใช้สื่อการสอนที่เป็นเอกสารซึ่งมีภาพประกอบเป็นเพียงภาพนิ่งหรือสื่อการสอนแบบวิดีโอ จึงไม่เพียงพอที่จะแสดงการทำงานให้ผู้เรียนเข้าใจได้ทั้งหมด

แนวคิดและหลักการที่สามารถนำมาใช้ในการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ คือ การฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบ (cognitive apprenticeship) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ด้านการคิดหรือกระบวนการทางปัญญาผ่านการชี้แนะ พัฒนาขึ้นโดย Brown et al. (1989) ในระยะแรกผู้เรียนจะถูกท้าทายด้วยภารกิจที่มีความยากในการจัดการให้สำเร็จได้ด้วย

ความสามารถของตนเอง จึงต้องพึ่งพาการช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่า และเมื่อเวลาผ่านไป ผู้เรียนจะค่อย ๆ เปลี่ยนบทบาทจากผู้สังเกตไปเป็นผู้ที่สามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของการฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบมีลักษณะแบบบูรณาการ เพิ่มความซับซ้อนและหลากหลายในงานตามระยะเวลาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้น ข้อได้เปรียบของการฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบ คือ โอกาสที่ผู้เรียนจะได้เห็นขั้นตอนการทำงานจากผู้เชี่ยวชาญที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ในการเรียนการสอนแบบบรรยายในห้องเรียนทั่วไป (Sadhuwong et al., 2017)

สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่ทำให้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีต้องเร่งความเร็วจากโลกอนาคตให้มาอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะในแวดวงการศึกษา ผู้เรียนและผู้สอนต่างต้องปรับตัวเข้าสู่การเรียนการสอนออนไลน์ จนได้มีการเปิดตัวเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส (metaverse) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงที่เข้ามาเปลี่ยนการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ของผู้คน โดยเฉพาะในโลกของการเรียนรู้ที่คาดว่าจะได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมาก และจะมีบทบาทสำคัญต่อไปในอนาคต เนื่องจากการเรียนออนไลน์โดยทั่วไป อาจไม่ได้มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เพราะผู้เรียนหลายคนไม่สามารถจดจ่อกับการเรียนผ่านหน้าจอได้ แต่การเรียนบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สจะแตกต่างจากการเรียนออนไลน์แบบเดิม ผู้สอนและผู้เรียนจะสามารถโต้ตอบกันผ่านโลกดิจิทัลในสภาพแวดล้อมสามมิติที่สมจริง ลัลน์ลลิต ศรีจันทร์ดร (2565) กล่าวว่า จุดเด่นของการเรียนบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส คือ การจำลองการเรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงที่มีการโต้ตอบกันและมีภารกิจงานที่ต้องทำ จึงทำให้ห้องเรียนเป็นเหมือนวิดีโอเกมที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกกระตือรือร้นที่จะทำให้สำเร็จ นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านเวลาและระยะทางจะหมดไป เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากทุกที่ทุกเวลา ดังนั้น ห้องเรียนเสมือนจริงบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส จึงเป็นสื่อการเรียนรู้ที่นอกจากจะสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนแล้ว ยังจะช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสในการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนในชั้นเรียนทั้งในเวลาและนอกสถานที่ที่สามารถกำหนดได้เอง โดยไม่จำกัดจำนวนครั้งที่ต้องการทบทวนด้วยอุปกรณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว (Howell, 2022)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ และนำเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ซึ่งเป็นการรวมสภาพแวดล้อมจริงเข้ากับแบบจำลองวัตถุสามมิติ ทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ภาพที่มองเห็นวัตถุได้อย่างถูกต้องสมจริงทั้ง 360 องศา ผสานเข้ากับกระบวนการฝึกอบรมทักษะที่เข้าใจถึงข้อจำกัดด้านการรับรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การฝึกอบรมทักษะของผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ
2. เพื่อพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส
3. เพื่อศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

วิธีการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การพัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ

1. ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ การฝึกอบรมทักษะ และเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

2. วิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดและหลักการของการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ

3. ศึกษากระบวนการที่ใช้ในการฝึกอบรมทักษะ ประกอบด้วย ขั้นตอนการฝึกอบรม ภาระงานการฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรม และกลยุทธ์การฝึกอบรม

4. พัฒนากระบวนการฝึกอบรม แบ่งออกเป็น ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านกิจกรรม

5. พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วยผลลัพธ์ 3 ด้าน ได้แก่ มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ ตามแนวคิดของ Ekstrom et al. (1976) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และแบบประเมินความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ

ระยะที่ 2 การพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

1. ศึกษาการสร้างกิจกรรมฝึกอบรมทักษะ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านกิจกรรม

2. สร้างห้องฝึกอบรมเสมือนจริงบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส โดยใช้แพลตฟอร์ม spatial.io (ภาพ 1)

ภาพ 1

ห้องฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

3. ประเมินความเหมาะสมของห้องฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 5 ท่าน ผลการทดสอบในทุกด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4. ทดสอบประสิทธิภาพของห้องฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สและกิจกรรมฝึกอบรมทักษะ กับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

5. นำผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรมการสร้างสื่อดิจิทัลแบบเสมือนจริง โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นผู้เรียนในระดับบัณฑิตศึกษา และไม่มีพื้นฐานในการสร้างวัตถุสามมิติมาก่อน จำนวน 15 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ห้องฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส เรื่อง การสร้างรูปทรงสามมิติ (3d modeling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แบบประเมินความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส หลังจากนั้นได้มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่มี

ลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (cronbach's alpha coefficient) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง ประกอบด้วย รายละเอียด ดังนี้

3.1 แนะนำผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับความสำคัญของทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์

3.2 อธิบายกระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ และกิจกรรมที่ใช้ในการฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

3.3 ประเมินความสามารถก่อนฝึกอบรมทักษะโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3.4 ดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สอย่างเป็นขั้นตอน ประกอบด้วย การสอนโดยนำเสนอด้วยวาจา การสาธิตและฝึกปฏิบัติอย่างง่าย การสาธิตและฝึกปฏิบัติที่ซับซ้อน การแก้ปัญหาผ่านภารกิจที่ได้รับ และการอภิปรายร่วมกัน เป็นต้น

3.5 ประเมินความสามารถของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ

3.6 ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการฝึกอบรมทักษะ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

3.7 ประเมินความสามารถหลังฝึกอบรม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ และมิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง เปรียบเทียบคะแนนความสามารถก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (*t*-test)

4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ ในรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubrics) ระดับคุณภาพ 5 ระดับ จากผลคะแนนรวมการสร้างชิ้นงานของผู้เรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)

4.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (*M*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ

1.1 ขั้นตอนการฝึกอบรม (training phases) มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ขั้นช่วยเหลือ (handing phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากพื้นฐานรูปทรง 3 มิติเบื้องต้นก่อน ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะเป็นผู้ยื่นมือเข้ามาช่วยอย่างเต็มที่ โดยมีการจัดหาตัวอย่างและมีต้นแบบให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และการสังเกต และดูต้นแบบการสาธิตวิธีการปฏิบัติจากผู้สอน ซึ่งมีจุดเน้นในการช่วยเหลือชี้แนะผู้เรียนอย่างเต็มที่เมื่อเริ่มการฝึกหัด

1.1.2 ขั้นส่งเสริม (supporting phase) เป็นขั้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถดัดแปลงได้แล้วเบื้องต้น ผู้สอนจะให้ต้นแบบที่เป็นตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ โดยใช้ตัวชี้นำที่มีการใช้จุดสังเกตเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ

1.1.3 ขั้นค้นหา (self-exploring phase) เป็นขั้นที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และลดการช่วยเหลือจากผู้สอนลงเมื่อผู้เรียนเกิดความชำนาญขึ้น และให้ผู้เรียนผลิตชิ้นงานโดยใช้ความรู้ทั้งหมดจากการที่ได้ฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สมาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.2 ภาระงานการฝึกอบรม (training tasks) มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 การรวบรวมข้อมูลและการรับรู้ผ่านการมองในมิติต่าง ๆ (information gathering)

1.2.2 การทำความเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน (understanding and applying) 1.2.3 การวิเคราะห์และประเมินผลการฝึกอบรมของตนเอง (analysis and evaluation)

1.2.4 การนำเสนอผลงาน (representation)

1.3 วิธีการฝึกอบรม (training method) มีรายละเอียดดังนี้

ผู้สอนแสดงวิธีการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเชี่ยวชาญ โดยออกแบบให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกตและค้นพบกลยุทธ์ที่หลากหลายผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1.3.1 การเป็นต้นแบบ (modeling) ผู้สอนแสดงการทำงานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสังเกตและสร้างรูปแบบความคิดของกระบวนการทำงานที่ทำให้งานสำเร็จ

1.3.2 การชี้แนะ (coaching) ผู้สอนสังเกตผู้เรียนในขณะที่ดำเนินงานและให้คำแนะนำ การช่วยเหลือการป้อนผลย้อนกลับ และการทำเป็นต้นแบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ส่งผลให้สามารถทำงานได้ผลใกล้เคียงกับผู้สอน

1.3.3 การช่วยเหลือ (scaffolding) ผู้สอนช่วยเหลือผู้เรียนจนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้อง ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในกิจกรรมทุกขั้นตอน ประกอบด้วย

1.3.4 การแสดงความรู้ (articulation) ผู้เรียนสามารถสื่อสารเกี่ยวกับความรู้ เหตุผล หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนผ่านการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงการให้ผู้เรียนได้มีบทบาทในการมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม

1.3.5 การสะท้อนคิด (reflection) ผู้เรียนเปรียบเทียบกระบวนการในการแก้ปัญหาของตนเองกับผู้สอนและกับผู้เรียนคนอื่น

1.3.6 การนำไปใช้ (exploration) การกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

1.4 กลยุทธ์การฝึกอบรม (training strategy) มีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 สนับสนุนอย่างเต็มที่ (full support) ผู้สอนอธิบายความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและทำการสาธิตให้เห็นถึงกระบวนการสร้างงานซ้ำหลายครั้ง ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการให้ผู้เรียนได้ทำการสังเกตจากต้นแบบที่เป็นพื้นฐานจากการเรียนรู้ซ้ำ ๆ และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามในระดับพื้นฐาน โดยผู้เรียนจะทำตามขั้นตอนที่ผู้สอนได้สาธิตและผู้สอนทำการช่วยเหลือผู้เรียนอย่างเต็มที่ จากนั้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในระดับที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยการจัดลำดับกิจกรรมสำหรับผู้เรียนใช้หลักการ 3 อย่าง ดังนี้

1) การเพิ่มความซับซ้อน (increasing complexity) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนของงานที่มีทักษะที่ซับซ้อนมากขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงความความเชี่ยวชาญออกมาได้ตามที่ต้องการ

2) การเพิ่มความหลากหลาย (increasing diversity) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนของงานให้มีความหลากหลายของกลยุทธ์และทักษะที่ต้องการ

3) การสอนทักษะทั่วไปก่อนทักษะเฉพาะ (global before local skills) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้จากทักษะพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การใช้กลยุทธ์ระดับสูง

1.4.2 สนับสนุนบางส่วน (partial support) ผู้สอนจะคอยชี้แนะแนวทางให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหาและมอบหมายงานให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองจนเสร็จสมบูรณ์

1.4.3 คอยสังเกตการณ์ (observe) ผู้สอนลดระดับความช่วยเหลือลงเมื่อผู้เรียนเกิดความชำนาญก่อนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง และผู้สอนจะคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และการปฏิบัติของผู้เรียนต่อไป

1.5 ผลลัพธ์การฝึกอบรม (target skills)

1.5.1 มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (spatial visualization) เป็นความสามารถทางการมองเห็นที่ต้องทำความเข้าใจกับลำดับของการเปลี่ยนแปลงและมีความสลับซับซ้อน

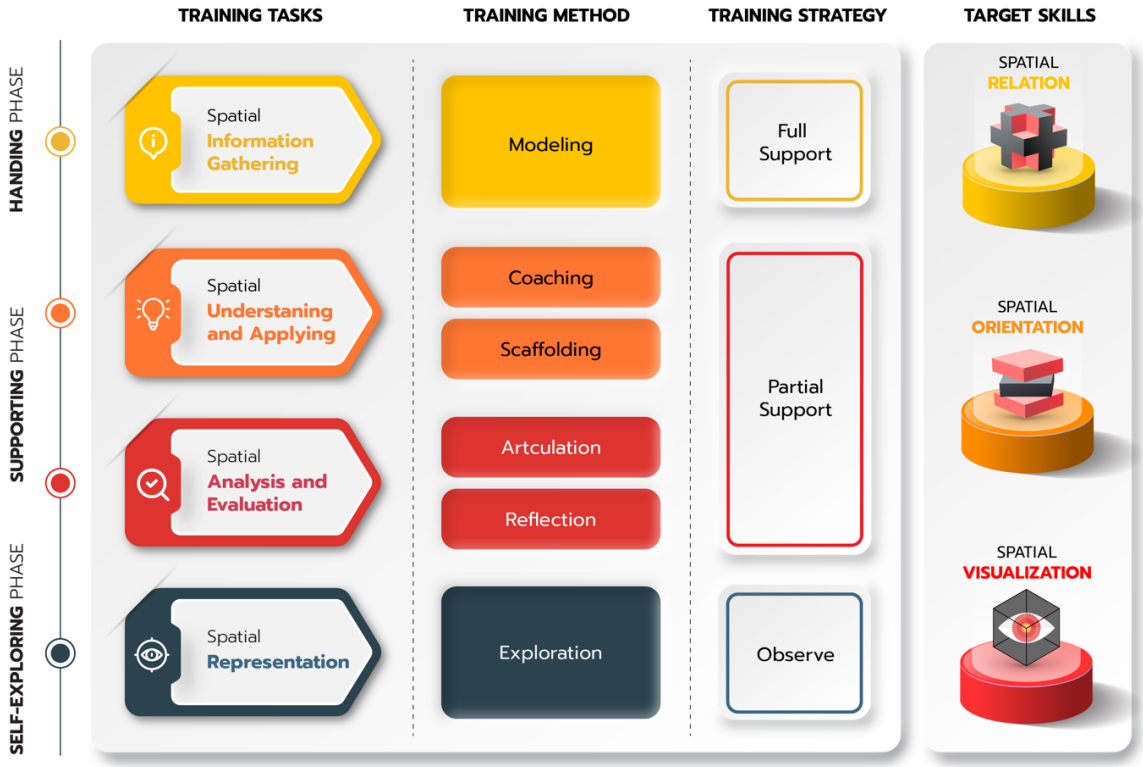
1.5.2 มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (spatial orientation) เป็นความสามารถในการแยกแยะวัตถุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุและตำแหน่งของวัตถุ

1.5.3 มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ (spatial relation) เป็นความสามารถที่ในการรับรู้ความสัมพันธ์กับสิ่งอื่นโดยเฉพาะการหมุนของวัตถุสามมิติได้อย่างถูกต้องด้วยการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

ผู้วิจัยได้สรุปกระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ (ภาพ 2)

ภาพ 2

กระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ



2. ผลการพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

2.1 ด้านเนื้อหาความรู้ที่จำเป็น (knowledge) ประกอบด้วย

2.1.1 ความรู้หลัก (domain knowledge) เป็นแนวความคิด ข้อเท็จจริง กระบวนการที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหาสาระ โดยที่ความรู้ดังกล่าวเป็นความรู้พื้นฐาน และเป็นสิ่งที่จำเป็นแต่ไม่เพียงพอที่ผู้เรียนจะสามารถจะใช้ในการแก้ไขปัญหาและการทำงานให้สำเร็จ

2.1.2 ความรู้เชิงกลยุทธ์ (strategic knowledge) ประกอบด้วย

1) กลยุทธ์การแก้ปัญหาจากประสบการณ์ (heuristic strategies) คือ แนวทางหรือเทคนิคโดยทั่วไปที่ใช้ในการทำภารกิจให้สำเร็จ เป็นการคิดที่สั่งสมมาจากประสบการณ์ในการทำงาน

2) กลยุทธ์การควบคุม (control strategies) คือ กลยุทธ์การรู้คิดที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้น ใช้ในการแก้ปัญหาหรือเผชิญกับปัญหาแบบใหม่

3) กลยุทธ์การเรียนรู้ (learning strategies) คือ กลยุทธ์สำหรับการเรียนรู้กระบวนการที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยกลยุทธ์การเรียนรู้ทั่วไปในการสำรวจไปจนถึงกลยุทธ์เฉพาะสำหรับขยายหรือปรับแต่งเนื้อหาในการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้สำเร็จ

2.2 ด้านลำดับขั้นการเสริมทักษะ (skills) ประกอบด้วย

2.2.1 การเพิ่มความซับซ้อน (increasing complexity) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนของงานที่มีทักษะที่ซับซ้อนมากขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงความความเชี่ยวชาญออกมาได้ตามที่ต้องการ

2.2.2 การเพิ่มความหลากหลาย (increasing diversity) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนของงานให้มีความหลากหลายของกลยุทธ์และทักษะที่ต้องการ

2.2.3 การสอนทักษะทั่วไปก่อนทักษะเฉพาะ (global before local skills) คือ การสร้างลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้จากการปรับทักษะพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การใช้กลยุทธ์ระดับสูง

2.3 ด้านการจัดกิจกรรมฝึกอบรม (activities) ประกอบด้วย

2.3.1 อธิบายความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการสร้างงาน

2.3.2 สาธิตและให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในระดับพื้นฐาน

2.3.3 สาธิตและให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในระดับที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

2.3.4 แก้ไขปัญญาจากการทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติ

2.3.5 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันจากการได้ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

2.4 ด้านการฝึกอบรมทักษะเสมือนจริง (virtual training) ประกอบด้วย

2.4.1 ชุมชนของการปฏิบัติ (community of practice) เป็นการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันและร่วมแบ่งปันประสบการณ์

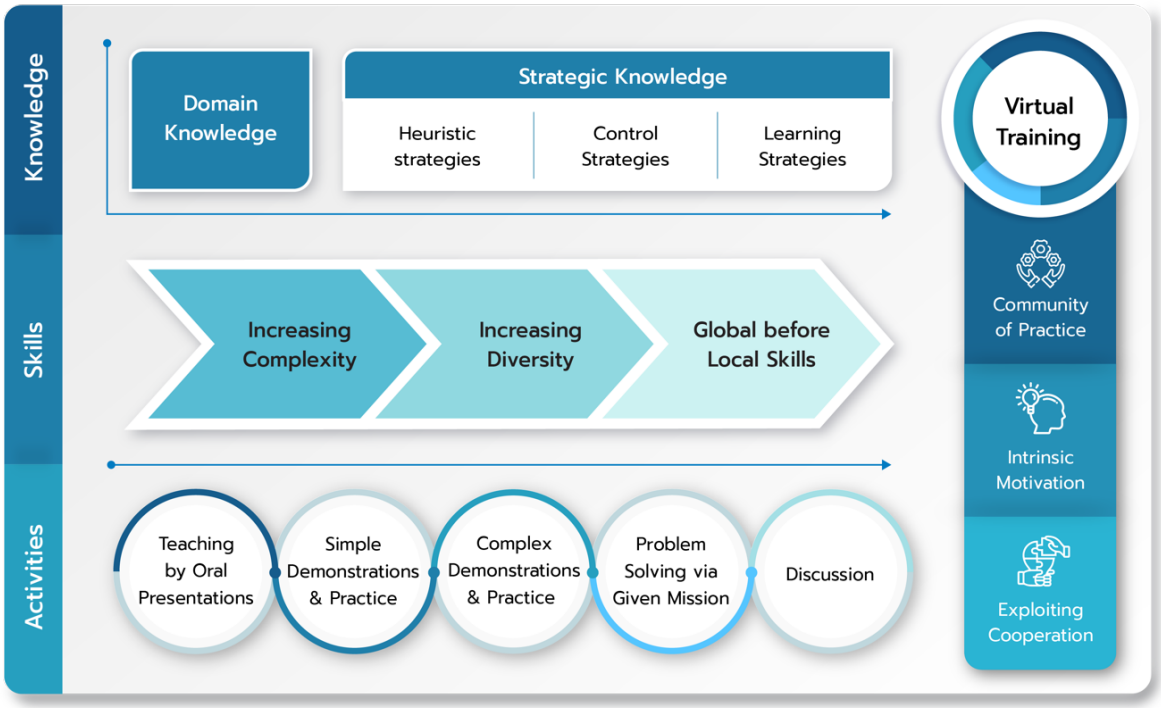
2.4.2 แรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation) เป็นการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจภายในของการเรียนรู้

2.4.3 การร่วมมืออย่างจริงจัง (exploiting cooperation) เป็นการสร้างการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างร่วมมือ

ผู้วิจัยได้สรุปกิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส (ภาพ 3)

ภาพ 3

กิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส



3. ผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

3.1 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม โดยภาพรวมมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ หลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 1)

ตาราง 1

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนและหลังฝึกอบรม

รายการประเมิน	n	*M*	*SD*	*t*	Sig.
1. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ					
ก่อนฝึกอบรม	15	5.60	1.24	8.70	.000*
หลังฝึกอบรม	15	8.80	1.66		
2. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง					
ก่อนฝึกอบรม	15	4.67	1.18	6.88	.000*
หลังฝึกอบรม	15	6.73	1.28		
3. มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์					
ก่อนฝึกอบรม	15	3.33	1.35	8.12	.000*
หลังฝึกอบรม	15	5.67	1.05		

*หมายเหตุ : *p < .05*

3.2 ความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ โดยภาพรวมมีผลการประเมินความสามารถอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ด้านความครอบคลุมของเนื้อหารายวิชามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ ด้านรูปแบบชิ้นงาน และด้านโครงสร้างและการผลิต ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2

ผลการประเมินความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ

รายการประเมิน	*M*	*SD*	ระดับ
1. ด้านการอธิบายเหตุผลในการเลือกชิ้นงาน	4.07	0.57	ดี
2. ด้านรูปแบบชิ้นงาน	4.20	0.65	ดี
3. ด้านโครงสร้างและการผลิต	4.13	0.62	ดี
4. ด้านความครอบคลุมของเนื้อหา	4.33	0.60	ดี
5. ด้านความเรียบร้อยของชิ้นงาน	3.93	0.57	ดี
รวม	4.13	0.60	ดี

3.3 พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส โดยภาพรวมมีผลการสังเกตพฤติกรรมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า พฤติกรรมในขั้นการเรียนรู้จากต้นแบบมีระดับสูงที่สุด รองลงมา คือ การรับความช่วยเหลือ และ การรับฟังการชี้แนะ (ตาราง 3)

ตาราง 3

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

รายการประเมิน	*M*	*SD*	ระดับ
1. การเรียนรู้จากต้นแบบ	4.53	0.50	ดีมาก
2. การรับฟังการชี้แนะ	4.27	0.68	ดี
3. การรับความช่วยเหลือ	4.33	0.60	ดี
4. การแสดงความรู้	4.20	0.75	ดี
5. การสะท้อนคิด	4.20	0.54	ดี
รวม	4.31	0.61	ดี

อภิปรายผล

1. การพัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ ผู้วิจัยพบว่า เนื่องจาก ผู้เรียนไม่มีความรู้พื้นฐานด้านการสร้างวัตถุสามมิติมาก่อน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนากระบวนการฝึกอบรมทักษะเป็นขั้นตอนตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยได้กำหนดลำดับการเรียนการสอนที่มีจุดเน้นในการช่วยเหลือชี้แนะผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย ขั้นช่วยเหลือที่ผู้สอนเป็นผู้ยื่นมือเข้ามาช่วยอย่างเต็มที่ โดยมีการจัดหาตัวอย่างและมีต้นแบบให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และการสังเกตด้วยการใช้ห้องฝึกอบรมเสมือนจริงบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ภาพวัตถุได้อย่างถูกต้องสมจริงทั้ง 360 องศา โดยหลังจากที่ผู้เรียนสามารถจะดัดแปลงได้แล้ว ผู้สอนจะค่อย ๆ ลดบทบาทลงเหลือเพียงการช่วยเหลือชี้แนะผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และลดการช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนเกิดความชำนาญขึ้น โดยผู้สอนจะเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้คอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และการปฏิบัติของผู้เรียน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำวิธีการฝึกอบรมทักษะโดยใช้วิธีการฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบ โดยการแสดงตัวอย่างจากต้นแบบ การเรียงลำดับเนื้อหาการฝึกทักษะจากง่ายไปยาก โดย Sadhuwong et al. (2017) กล่าวว่า กิจกรรมเหล่านี้จะเป็นเป้าหมายที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีการกำหนดเป็นวิธีการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเป็นต้นแบบ การชี้แนะ การช่วยเหลือ การแสดงความรู้ การสะท้อนคิด และการนำไปใช้ (Brown et al., 1989) ในระยะแรกผู้เรียนจะถูกท้าทายด้วยภารกิจที่มีความยากในการจัดการให้สำเร็จได้ด้วยความสามารถของตนเอง จึงต้องพึ่งพาการช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่าในการทำภารกิจ และเมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะค่อย ๆ เปลี่ยนบทบาทจากผู้สังเกตไปเป็นผู้ที่สามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของการฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบมีลักษณะแบบบูรณาการ เพิ่มความซับซ้อนและหลากหลายในงานตามระยะเวลาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้น ข้อได้เปรียบของการฝึกหัดทางปัญญาจากต้นแบบ คือ โอกาสที่ผู้เรียนจะได้เห็นขั้นตอนการทำงานจากผู้เชี่ยวชาญหรือจากต้นแบบที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ในการเรียนการสอนแบบบรรยายในห้องเรียนทั่วไป (Sadhuwong et al., 2017) โดยผู้สอนจะแสดงกระบวนการให้เห็นเป็นลำดับขั้นตอนและผู้ได้รับปฏิบัติจะฝึกปฏิบัติตาม โดยที่ผู้เรียนจะสามารถเห็นขั้นตอนในการทำงานและสามารถฝึกปฏิบัติได้โดยมีผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือ ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ผ่านการสังเกต การชี้แนะ และการฝึกปฏิบัติ (Collins, 2006)

ดังนั้น กระบวนการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น จึงเป็นการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนได้เห็นกระบวนการในการคิดระหว่างกันได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะได้เห็นขั้นตอนการทำงานที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ในห้องเรียนทั่วไป ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้องต่อไปในอนาคต

2. การพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมทักษะบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ ประกอบด้วย มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ ซึ่ง 3 องค์ประกอบนี้ เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการสร้างวัตถุสามมิติ แต่เป็นเรื่องยากสำหรับผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อน เนื่องจากต้องใช้ความสามารถทางการมองเห็นที่ต้องทำความเข้าใจกับลำดับของการเปลี่ยนแปลงวัตถุสามมิติที่มีความซับซ้อนสอดคล้องกับ (Liao, 2017) พบว่าผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงย่อมมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการสูง แต่ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำย่อมมีโครงสร้างความสามารถในการจินตนาการต่ำ เนื่องจาก ไม่สามารถเชื่อมโยงรูปภาพรูปทรง ที่มีลักษณะที่ซับซ้อนมากเกินไปได้ ซึ่งเกี่ยวกับลักษณะของการรับรู้ภาพ (visual perception) สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต่ำควรมีการสนับสนุนเพิ่มเติมเกี่ยวกับมุมมองต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นจุดที่เป็นสาระสำคัญที่เน้นเด่นชัด อีกทั้งเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ตัวชี้นำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ ด้วยการสร้างกิจกรรมฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สที่มีความสมจริง สามารถมองวัตถุได้ทุกมุมมอง 360 องศา (Howell, 2022) มีการใช้จุดสังเกตให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้จากการใช้เส้นประ แสงเงา และสี เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Huang et al. (2019) ที่พบว่า การใช้ตัวชี้นำ ได้แก่ การแสดงเส้นรอบรูป การใช้เส้นแบ่งชิ้นส่วนต่าง ๆ และการใช้สีเข้ามาประกอบ เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยตรง นอกจากนี้ยังมีการสาธิต (demonstration) ขั้นตอนการปฏิบัติจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่มีความยาก ตามหลักการเรียนรู้ (principle of learning) แสดงการปฏิบัติงานในการสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้รูปทรงต่าง ๆ จากง่ายไปจนถึงรูปทรงที่มีความซับซ้อน แทรกเนื้อหากับการปฏิบัติควบคู่กันไป ซึ่งผู้เรียนจะต้องปฏิบัติงานตามเนื้อหาทุกขั้นตอน

3. การศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ผู้เรียนมีระดับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังฝึกอบรมสูงขึ้นกว่าก่อนฝึกอบรม เนื่องจาก ผู้วิจัยมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยออกแบบโจทย์การฝึกปฏิบัติให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาความรู้และเนื้อหาของการประเมินในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของ Ekstrom et al. (1976) ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถทางสติปัญญาอาศัย

การมองเห็น หรือการจินตภาพเกี่ยวกับรูปร่างและรูปทรงในมิติต่าง ๆ ผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบจะต้องมีจินตภาพว่ารูปร่างหรือรูปทรงจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร นอกจากนั้น ผู้ทำแบบทดสอบจะต้องสามารถมองเห็นและเชื่อมโยงความสัมพันธ์รูปทรงต่าง ๆ ได้จากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แต่ละด้าน ประกอบด้วย มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้มีการจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียนจากแบบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็นผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน โดยในกลุ่มผู้เรียนอ่อน ผู้สอนจะช่วยเหลือผู้เรียนอย่างเต็มที่ในทุกขั้นตอน และมีการแนะนำผู้เรียนเพิ่มเติม ในกลุ่มผู้เรียนระดับกลาง ผู้สอนจะให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนปกติ และมีการช่วยเหลือผู้เรียนบ้างตามความเหมาะสม และผู้เรียนที่อยู่ในระดับเก่ง ผู้สอนจะเน้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการเพิ่มเติมจุดที่น่าสนใจ แนะนำให้ผู้เรียนค้นหาแนวคิดของตนเองเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเกิดการคิดเองทำเอง

ด้านความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติ หลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้การสร้างวัตถุสามมิติเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจะต้องสร้างชิ้นงานโดยนำสิ่งที่ได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ โดยผู้วิจัยจะมีการประเมินความสามารถด้านการสร้างวัตถุสามมิติในรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนน (scoring rubrics) ระดับคุณภาพ 5 ระดับ โดยแบบประเมินแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการอธิบายเหตุผลในการเลือกชิ้นงาน 2) ด้านรูปแบบชิ้นงาน 3) ด้านโครงสร้างและการผลิต 4) ด้านความครอบคลุมของเนื้อหา และ 5) ด้านความเรียบร้อยของชิ้นงาน เป็นต้น ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนในทุกด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยเน้นเรื่องการใช้กลยุทธ์การฝึกอบรม โดยการจัดลำดับกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามในระดับพื้นฐาน จากนั้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในระดับที่ซับซ้อน และเพิ่มความหลากหลายมากยิ่งขึ้นจนผู้เรียนเกิดความชำนาญ

ด้านการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยใช้เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้เมื่อฝึกอบรมบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ผู้วิจัยวิเคราะห์กลุ่มผู้เรียน เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดและหลักการของการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ มาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละเนื้อหาตลอดระยะเวลาฝึกอบรม โดยการสังเกตพฤติกรรมจะแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) การเรียนรู้จากต้นแบบ 2) การรับฟังการชี้แนะ 3) การรับความช่วยเหลือ 4) การแสดงความรู้ และ 5) การสะท้อนคิด เพื่อให้เห็นถึงความก้าวหน้าและปัญหาของผู้เรียนอย่างชัดเจนในทุกขั้นตอนของการฝึกอบรม และเป็นการยืนยันได้ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริงและยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนสามารถใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมการฝึกอบรมหากเกิดปัญหาขึ้นระหว่างการใช้ฝึกอบรมนี้

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติในระยะยาว เพื่อตรวจสอบความคงทนของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติ

2. สามารถศึกษาผลการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติในกลุ่มวัย เพศ และ อาชีพที่แตกต่างกัน

3. สามารถนำแนวทางการฝึกอบรมทักษะด้านมิติสัมพันธ์แบบสามมิติบนเทคโนโลยีเมตาเวิร์สไปใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีความต้องการพิเศษได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ลัลน์ลลิต ศรีจันทร์ดร. (2565, 26 มีนาคม). *การศึกษาในโลก Metaverse โอกาสใหม่แห่งการเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด.* THE STANDARD. https://thestandard.co/education-in-metaverse/

ภาษาอังกฤษ

Arslan, A. R., & Dazkir, S. S. (2017). Technical drafting and mental visualization in interior architecture education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, *11*(2), 1-8. https://doi.org/10.20429/ijsotl.2017.110215

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42. https://doi.org/10.3102/ 0013189X018001032

Collins, A. (2006). *The cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press.

Dimitriu, D. G. (2016). A new hay to Help students improve 3-D visualization. *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*. https://doi.org/10.18260/p.26194

Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Educational Testing Service. Princeton.

Eliassen, M. (2021). *Spatial ability.* MSLIS, Salem Press Encyclopedia.

Howell, J. (2022, February 10). *Metaverse for education – How will the metaverse change education?*. 101 Blockchains. https://101blockchains.com/metaverse-for-education/

Huang, T. C., Chen, M. Y., & Lin, C. Y. (2019). Exploring the behavioral patterns transformation of learners in different 3D modeling teaching strategies. *Computers in Human Behavior, 92*, 670-678. http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.028

Jacobus, K. P., & Anass, B. (2019). Enhancing graphic communication and design student teachers' spatial visualisation skills through 3D solid computer modelling. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, *23*, 52-63. http://dx.doi.org/10.1080/18117295.2019.1587249

Liao, K. H. (2017). The abilities of understanding spatial relations, spatial orientation, and spatial visualization affect 3D product design performance: using carton box design as an example. *International Journal of Technology and Design Education, 27,* 131–147. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9330-3

Sadhuwong, K., Koraneekij, P., & Natakuatoong, O. (2017). Effects of a blended learning model integrating situated multimedia lessons and cognitive apprenticeship method on the clinical reasoning skills of nursing students. *Journal of Health Research, 30*(6), 421–431. https://doi.org/10.14456/jhr.2016.56

Safhalter, A., Glodez, S., Sorgo, A., & Virtic, M. P. (2020). Development of spatial thinking abilities in engineering 3D modeling course aimed at lower secondary students. *International Journal of Technology and Design Education, 32,* 167–184. https://doi.org/10.1007/s10798-020-09597-8