



การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรม
อัตโนมัติ

นัทธมน สีท่ามี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

1736983619
BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

63910160_1786983619

การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรม
อัตโนมัติ

นัทธมน สีม่ามี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

ASSESSMENT FRAMEWORK DEVELOPMENT FOR INDUSTRIAL AUTOMATION TRAINING
WITH VIRTUAL REALITY

NATTAMON SRITHAMMEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN DATA SCIENCE
FACULTY OF INFORMATICS
BURAPHA UNIVERSITY
2023

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY



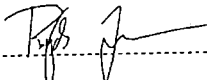
1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

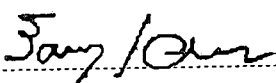
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นัทธมน สีท่ามี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

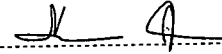
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

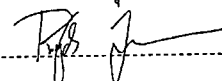
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก


(ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา เวทย์ประสิทธิ์)

 กรรมการ
(ดร.คณินิจ กุโบล่า)

 กรรมการ
(ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน)


คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ ชินสาร)
วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล ของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
วันที่ 2 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566

63910160: สาขาวิชา: วิทยาการข้อมูล; วท.ม. (วิทยาการข้อมูล)

คำสำคัญ: ความจริงเสมือน, การฝึกอบรมในอุตสาหกรรม, ประสิทธิภาพ, การประเมินผล, เครื่องมือ

นัทธมน สีท่ามี : การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ. (ASSESSMENT FRAMEWORK DEVELOPMENT FOR INDUSTRIAL AUTOMATION TRAINING WITH VIRTUAL REALITY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ประจักษ์ จิตเงินมะดัน ปี พ.ศ. 2566.

ประสิทธิภาพของการฝึกอบรม Virtual Reality (VR) ในการฝึกอบรมอุตสาหกรรมยังคงเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในหมู่นักอุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญ แม้ว่าความจริงแล้ว VR จะมีความสามารถและทรงพลังก็ตาม เพื่อเน้นย้ำถึงความสามารถในการฝึกอบรม VR ทางอุตสาหกรรมเราขอเสนอกรอบการประเมินแบบองค์รวมที่พิสูจน์ประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยี VR ในการฝึกอบรมทางอุตสาหกรรม กรอบงานประกอบด้วยกระบวนการเตรียมเนื้อหา VR วิธีการรวบรวมข้อมูล และวิธีการประเมินข้อมูล เรารวบรวมข้อมูลกิจกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมภายในระบบ VR และวิเคราะห์ด้วยวิธี ANCOVA และ Cosine ความคล้ายคลึงกัน ผลการวิจัยพบว่าการใช้เทคโนโลยี VR ในการฝึกอบรมเชิงอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมาก



63910160: MAJOR: DATA SCIENCE; M.Sc. (DATA SCIENCE)

KEYWORDS: Virtual Reality, Industrial Training, Effectiveness, Evaluation,
Framework

NATTAMON SRITHAMMEE : ASSESSMENT FRAMEWORK DEVELOPMENT FOR
INDUSTRIAL AUTOMATION TRAINING WITH VIRTUAL REALITY. ADVISORY COMMITTEE:
PRAJAKS JITNGERNMADAN, Ph.D. 2023.

Effectiveness of Virtual Reality (VR) training in the industrial training is still a controversial issue among industrialists and experts, despite the fact that VR is capable and powerful. To emphasize the ability of industrial VR training, we propose a holistic evaluation framework that proves effectiveness of using VR technology in industrial training. The framework includes the process of VR content preparation, data collection methods, and data evaluation methods. We collected the trainees' activity data within the VR system and analyzed it with ANCOVA and Cosine Similarity methods. The results showed that the use of VR technology in industrial training could improve the trainees' skills significantly.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถอย่างยิ่งจาก ดร. ประจักษ์ จิตเงินมะดัน ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ เสนอแนวคิด ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ และยังเอาใจใส่ในทุก ๆ รายละเอียดทุก ๆ ขั้นตอนของงานวิจัยตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งยังช่วยพัฒนาการทำงานของผู้วิจัยให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านใน สาขาวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ท่านคณะกรรมการสอบที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้วิจัย คอยให้กำลังใจ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมโครงการจากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเข้าร่วมเพื่อการวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยจนสำเร็จไปได้ด้วยดี ทั้งบุคคลที่ได้กล่าวถึง ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้ชีวิตและสติปัญญา ขอขอบใจเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือทุกอย่างด้วยดีเสมอมาคุณค่าที่เกิดขึ้นจากการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ขอมอบคุณค่านั้นแต่บิดา มารดา ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ให้การสนับสนุนให้ความช่วยเหลือความห่วงใย และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด หากมีสิ่งใดบกพร่องผู้วิจัยขอน้อมรับไว้และขอภัยไว้ ณ โอกาสนี้

นัทธมน สีท่ามี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3. สมมติฐานของการวิจัย	5
1.4. คำชี้แจงปัญหา	5
1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	5
1.6. ขอบเขตของการวิจัย	6
1.7. แผนการดำเนินงาน	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1. แนวทางการสอน.....	11
2.1.1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม	11
2.1.2. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยม.....	12
2.1.3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	13
2.1.4. ปรัชญาประสบการณ์นิยม.....	14
2.1.5. ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์.....	15

2.1.6. ทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้	17
2.1.7. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom	18
2.2. แนวทางแบบจำลองการเรียนรู้ประยุกต์	19
2.2.1. การประเมินหลักสูตรรูปแบบของเคิร์กแพทริก (Kirkpatrick)	19
2.2.2. หลักการออกแบบของ ADDIE model	21
2.2.3. คุณภาพของประสบการณ์ (QoE)	23
2.3. แนวทางการวัดไบโอเมตริกซ์ (Biometrics).....	24
2.4. กรอบแนวคิดการพัฒนา.....	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
3.1. ภาพรวมแนวคิด	26
3.2. ภาพรวมแนวทาง	32
3.3. การวิเคราะห์ก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบ	33
3.4. บันทึกกิจกรรม.....	34
3.5. จริยธรรม	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	38
4.1. ระยะที่ 1 การพัฒนา.....	39
4.2. ระยะที่ 2 การประเมิน	40
4.3. ระยะที่ 3 การพัฒนารอบ	46
4.3.1. Content Development.....	47
4.3.3.1. Pedagogical Design and Evaluation	47
4.3.2. Training.....	49
4.3.3.1. ลงมือปฏิบัติ	49
4.3.3.2. การรวบรวมข้อมูล.....	51
4.3.3. Analysis and Evaluation.....	52

4.3.3.1. การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล	52
4.3.3.2. การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity	53
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผล	54
5.1. อภิปรายผล	54
5.2. สรุปผล	54
5.3. ข้อเสนอแนะ	55
ภาคผนวก.....	56
ภาคผนวก ก.....	57
ภาคผนวก ข.....	60
ภาคผนวก ค.....	129
ภาคผนวก ง.	142
บรรณานุกรม.....	171
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	176

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย	7
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลจากแอปพลิเคชันการฝึกสอน Unity VR	36
ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบด้วยวิธี ANCOVA	40
ตารางที่ 4-2 ค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ระหว่างผู้ฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม.....	42
ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบการใช้มาตราส่วนการใช้งานระบบ (SUS)	44
ตารางที่ 4-4 กิจกรรมและการประเมิน Pedagogical Design and Evaluation	47
ตารางที่ 4-5 กิจกรรมและการประเมิน: ลงมือปฏิบัติ	49
ตารางที่ 4-6 กิจกรรมและการประเมิน: การรวบรวมข้อมูล.....	51
ตารางที่ 4-7 กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล	52
ตารางที่ 4-8 กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity.	53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 ทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ (Campbell DT 1963).....	6
ภาพที่ 2-1 การคัดกรองบทความและวิธีการเลือกตามคำแนะนำของ PRISMA (Moher, Liberati et al. 2009)	10
ภาพที่ 2-2 วงจรการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb.....	16
ภาพที่ 2-3 Kirkpatrick model.....	20
ภาพที่ 2-4 ADDIE Model.....	22
ภาพที่ 3-1 ภาพรวมแนวคิด	27
ภาพที่ 3-2 Implementation of ADDIE Model	28
ภาพที่ 3-3 ผู้เข้าร่วมจะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติตามขั้นตอน.....	29
ภาพที่ 3-4 กระบวนการสร้างแบบจำลอง.....	30
ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....	31
ภาพที่ 3-6 ภาพรวมแนวทางของกรอบการประเมินแบบองค์รวม.....	32
ภาพที่ 3-7 กิจกรรมการรับข้อมูลโดยการจับการเคลื่อนไหวของมือและศีรษะ	35
ภาพที่ 4-1 การพัฒนากรอบรูปแบบสำหรับการฝึกอบรมอุตสาหกรรมด้วยความเป็นจริงเสมือน	38
ภาพที่ 4-2 VR สำหรับการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า.....	39
ภาพที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ของผู้ฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม	42
ภาพที่ 4-4 กรอบการประเมินแบบองค์รวมสำหรับการฝึกอบรม VR เชิงอุตสาหกรรม	46
ภาพที่ ค-1 ฉากหน้าหลัก	138
ภาพที่ ค-2 ฉากเรียนรู้.....	139
ภาพที่ ค-3 ฉากเรียนรู้.....	140
ภาพที่ ค-4 ฉากทดสอบ.....	141

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การพัฒนาเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าไปมาก ทำให้เกิดการเติบโตอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ โดยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีนี้เป็นไปอย่างฉับพลันและรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาในเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ส่งผลให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 หรือที่เรียกว่า อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติและการใช้คอมพิวเตอร์ของการดำเนินการผลิตและจัดจำหน่ายทั้งหมด และเป็นตัวอย่างที่ดีเพราะแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงแบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไรและอุตสาหกรรม 4.0 เป็นตัวอย่างที่ดีของการเปลี่ยนแปลงประเภทนี้ เนื่องจากมีการใช้งานเทคโนโลยีมาก

อุตสาหกรรม 4.0 รองรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจากอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า Internet of Things (IoT) อีกทั้งยังเพิ่มความเป็นจริงเสมือนจริงและการสื่อสารระหว่างเครื่องโดยเน้นที่ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมและการสื่อสารระหว่างเครื่อง ในการฝึกอบรมเสมือนจริงยังสามารถใช้เพื่อเตรียมและสื่อสารกับพนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้างอัตโนมัติ โดยผสมผสานเทคโนโลยี Augmented Reality ที่เป็นมุมมองแบบเรียลไทม์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของสภาพแวดล้อมจริงในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งได้รับการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมโดยการเพิ่มข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์เสมือนเข้าไป และเทคโนโลยี Virtual Reality ส่วนต่อประสานระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ขั้นสูงที่จำลองสภาพแวดล้อมที่เหมือนจริง ผู้เข้าร่วมสามารถเคลื่อนไหวไปมาในโลกเสมือนจริง พวกเขาสามารถมองเห็นมันจากมุมมองต่างๆ เอื้อมมือเข้าไปคว้ามัน และปรับปรุงร่างมันใหม่ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมรู้สึกเหมือนอยู่ในสายการผลิต ซึ่งเป็นรายการผลิตที่ตรงไปตรงมา สิ่งเหล่านี้จะมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยให้ออกาสในการรวบรวมและจัดระเบียบข้อมูลอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ตลอดจนเกิดพื้นที่ใหม่ๆ สำหรับการแบ่งปันความรู้และการฝึกอบรม

การขยายตัวทางเศรษฐกิจทางเทคโนโลยีของกระบวนทัศน์อุตสาหกรรม 4.0 สมัยใหม่ได้ปรับปรุงระดับความซับซ้อนอย่างต่อเนื่อง ทั้งในแง่ของการออกแบบผลิตภัณฑ์ นวัตกรรม การนำไปใช้งาน การประเมินประสิทธิภาพ และอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้ การออกแบบโครงสร้างการบริหาร และการดำเนินงานระยะยาวของเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงและมีราคาแพงเหล่านี้จึงเป็นไปได้ ส่งผลให้สถาบันการศึกษาต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาและดำเนินการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาที่ใช้วิธีการสอนที่ทันสมัยมากขึ้น จำเป็นต้องมีวิธีการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์ที่

แปลกใหม่แต่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ฝึกอบรมที่มีทักษะและประสบการณ์ที่เพียงพอและเกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไป ในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบัน มหาวิทยาลัยและโรงเรียนต่าง ๆ ใช้หลักสูตรแบบแยกส่วนเพราะคิดว่าใช้ได้ดี ปัจจัยสำคัญบางประการที่ส่งผลต่อการขาดแคลนนักเรียนในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์การผลิต เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับคนงานที่มีคุณสมบัติสูง กระบวนทัศน์ของโรงงานการสอนมีศักยภาพในการเปลี่ยนรูปแบบการศึกษา ด้านอุตสาหกรรมเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนบุคลากร ในส่วนของภาครัฐกิจจำเป็นต้องประสานงานการออกแบบรูปแบบการขนส่งใหม่กับองค์กรการค้าและวิชาการ ทำการจัดหาบุคคลที่มีคุณสมบัติเพียงพอในขั้นตอนแรกของการผลิต มีความสามารถในการจัดการข้อมูลในพื้นที่ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยรวมเอาการปรับปรุงทางเทคโนโลยีมาใช้พัฒนางานด้านต่างๆในองค์กร โดยมีสองสิ่งที่ต้องทำก่อนที่จะเปลี่ยนจากหลักสูตรดั้งเดิมไปเป็นหลักสูตรที่เหมาะสมกับกรอบการศึกษา 4.0 คือต้องมีการออกแบบที่รอบคอบและทำงานร่วมกับเทคโนโลยีธุรกิจ 4.0 (Mourtzis 2018)

ข้อสรุปเพียงอย่างเดียวของเราคือร่างแนวคิดพื้นฐานที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ในปัจจุบัน จิตวิทยาและการวิเคราะห์ได้รับการปฏิบัติแตกต่างกัน ในการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้เคลื่อนไหวทางศิลปะและความเข้าใจของแนวคิดแต่ละรูปแบบส่งผลให้เกิดมุมมองใหม่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการถ่ายทอดข้อมูล บทบาททางอารมณ์ และผลกระทบของกลยุทธ์การสอน ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนถูกกล่าวถึงในรายละเอียดในกระบวนการลักษณะทางจิตวิทยา และเมื่อพูดถึงพฤติกรรมนิยมแล้วนั้น ข้อมูลที่ได้รับจะถูกมองว่าเป็นการนำเสนอที่น่าทึ่งของปฏิกิริยาของกิจกรรมต่อสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม โดยส่งผลให้ผู้เรียนหลอมรวมความรู้ที่ตั้งใจไว้ ซึ่งเน้นในแผนภาพกระบวนการเรียนรู้ตามโมเดลนี้ การเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นซ้ำๆเป็นสิ่งจำเป็น ด้วยเหตุนี้ความต้องการเขียนรีวิวจึงมาจากแหล่งอื่นและนักวิชาการทำหน้าที่เป็นแบบอย่างในการรวมการตอบสนองต่อกิจกรรมที่เหมาะสมในห้องเรียน ซึ่งรวมถึงการสนับสนุนทั้งด้านบวกและด้านลบ คำว่า "ความรู้" หมายถึงการพัฒนาระบบสารสนเทศอย่างแข็งขันโดยผู้เรียนซึ่งอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมในการทำสิ่งนั้น ด้วยเหตุนี้ ผู้เสนอคุณลักษณะทางจิตวิทยาจึงถือว่าการเรียนรู้เป็นความพยายามเชิงรุกสร้างสรรค์ และมุ่งเน้นเป้าหมาย ข้อมูลล่าสุดจะต้องถูกบูรณาการและปรับให้เข้ากับความเข้าใจที่มีอยู่ในลักษณะเชิงรุก นอกจากนี้ นักศึกษาควรเตรียมพร้อมที่จะอธิบายเป้าหมายและกระตุ้นตนเองให้สำเร็จการศึกษา เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นให้พวกเขาค้นหา เรียนรู้ และใช้ข้อมูลใหม่ๆซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ (Radianti, Majchrzak et al. 2020)

การเติบโตของเทคโนโลยีมีอิทธิพลอย่างมากต่อการผลิตในปัจจุบันและทำให้เกิดอันตรายจำนวนมากเช่นกัน เช่น ความเสี่ยงในการสัมผัสกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ อันตรายจากนวัตกรรม ซึ่งหลายบริษัทเริ่มบูรณาการเข้ากับเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล บางครั้งเทคโนโลยียังคงเป็นภัย

คุกคามต่อพฤติกรรมของมนุษย์เมื่อเผชิญกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เนื่องจากไม่ต้องการถูกรบกวนโดยง่าย จึงได้รวมกระบวนการผลิตแบบเดิมเข้ากับเทคโนโลยี Industry 4.0 เพื่อปรับปรุงการผลิตแบบดั้งเดิมให้เป็นสถานะของโรงงานอัจฉริยะ หรือที่เรียกว่า Smart Factory 4.0 เนื่องจากการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติอย่างแพร่หลายในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งระบบอัตโนมัติถูกใช้เพื่อลดค่าแรงในกรณีที่มีกิจกรรมซ้ำ ๆ ต้องการความเร็วและความแม่นยำในระดับสูง นอกจากนี้ เทคโนโลยีเหล่านี้ยังอยู่ในขั้นตอนการเลิกใช้แล้ว การเคลื่อนไหวไปข้างหน้าโดยไม่หยุดทำงานชั่วคราว สิ่งที่ดีกว่าเป็นเทคโนโลยีที่ก่อภวณนั้นถูกกำหนดโดยบุคคลที่ได้รับผลกระทบในการปรับตัว ยากเพราะผลกระทบจากเทคโนโลยี สิ่งสำคัญที่สุดในการช่วยเหลือคือรักษาทัศนคติที่ดีและเชื่อมั่นว่าจะเป็นโอกาสที่ยอดเยี่ยมในการพัฒนาสิ่งต่างๆ

ปัญหาสำหรับองค์กรในปัจจุบันคือการเลือกแนวทางที่ได้ผลดีที่สุดเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในยุคการค้า 4.0 และการระบาดใหญ่ของ COVID-19 ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เกิดขึ้นพร้อมกัน ส่งผลให้มีการใช้เกมคอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลายตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริง จากความจำเป็นที่องค์กรต่างๆจะต้องโต้ตอบและทำงานร่วมกันในการทำงานจากระยะไกล บางบริษัทจึงให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานในพื้นที่และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน อย่างไรก็ตาม หลายคนสามารถใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ได้ บางคนกำลังมองหาแนวทางที่ดีที่สุดในการนำเทคโนโลยีใหม่นี้ไปใช้กับการดำเนินงานของบริษัทและหลายบริษัทพยายามสร้างราคาการพัฒนาที่คำนึงถึงทรัพยากรในอนาคต แต่ความพยายามของพวกเขาไม่ประสบความสำเร็จ อย่างไรก็ตาม ในปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญ เนื่องจากมีธุรกิจจำนวนมากที่ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบเสมือนจริง

นักผจญเพลิงใช้การจำลองในการฝึกอบรม โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่มีทั้งความคุ้มค่าและความปลอดภัยในการใช้งาน ให้ความสามารถในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับสถานการณ์ของการฝึกอบรมที่มีความเที่ยงตรงสูง การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมได้สร้างความรู้สึทางอารมณ์และร่างกายที่หลากหลาย เพื่อฝึกฝนจิตใจและร่างกายของนักดับเพลิงให้ประสบความสำเร็จมากขึ้นในอนาคต โดยที่งานของนักผจญเพลิงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จของกระบวนการ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจะได้รับการจัดการเพื่อเอาชนะอย่างสม่ำเสมอ แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเจ้าหน้าที่ฉุกเฉินและทีมดับเพลิงต่างๆ นักผจญเพลิงอาจได้รับการฝึกอบรมในโลกเสมือนจริง ซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาสมองและร่างกายในสภาพการฝึกอบรมคุณภาพสูง ในฐานะนักผจญเพลิง คุณต้องเผชิญกับอันตรายและอันตรายต่าง ๆ มากมายที่ไม่เหมือนกับที่หน่วยเผชิญเหตุฉุกเฉินอื่น ๆ ต้องเผชิญ การเป็นนักผจญเพลิงมีความสำคัญต่อความปลอดภัยและสวัสดิภาพของผู้ตอบสนองต่อวิกฤต

สภาพแวดล้อมที่พวกเขาดำเนินการนั้นยากและแข่งขันได้มากขึ้น (Engelbrecht, Lindeman et al. 2019)

เมื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงมีความสำคัญต่อการทำงานร่วมกับสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริง Augmented Reality (AR) จะเพิ่มการเพิ่มประสิทธิภาพสถานที่ทำงานในขณะเดียวกันก็ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้ ด้วยการใช้อุปกรณ์แสดงผลเฉพาะทักษะของผู้ใช้และการคำนวณเรื่องพื้นที่การฝึกปฏิบัติอาจจะต้องได้รับการปรับปรุง ผู้ใช้จะสวมใส่อุปกรณ์กับตัวหรือวางในตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับงานโดยเฉพาะและขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น อาจใช้จอภาพแบบสวมศีรษะ (HMD) หรือพื้นผิวการฉายภาพเพื่อแสดงภาพเสมือนจริง สำหรับการเรนเดอร์เสียง จะใช้หูฟังหรือเสียงเซอร์ราวด์ ในด้านเทคนิค การวัดคุณภาพเผชิญกับความท้าทายหลักสามประการ (1) การสร้างการนำเสนอคุณภาพสูง และ (2) รับรองการลงทะเบียนอย่างถูกต้อง ในการพยายามทำเช่นนั้น ควรคำนึงถึงเทคโนโลยีชีวภาพและมูลค่า ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ควรปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นโดยการให้ข้อมูลดิจิทัลที่มีรายละเอียดทั่วโลกมูลค่า 64,000 เหรียญสหรัฐ ซึ่งจะช่วยให้พวกเขา ตัดสินใจและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (Gregory Baratoff 2004)

นักวิชาการสนใจเทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งทำให้การเรียนรู้เป็นประสบการณ์ที่สนุกสนานยิ่งขึ้น แม้ว่าสมองของมนุษย์จะตรวจจับและลบการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ 3 มิติได้โดยอัตโนมัติมากกว่าข้อความธรรมดา แต่โมเดลการศึกษาที่สร้างขึ้นด้วยความช่วยเหลือของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนช่วยปรับปรุงการสอนและการเรียนรู้ในห้องเรียน เทคโนโลยีนี้แสดงให้เห็นว่าเป็นเครื่องมือการฝึกสอนที่เป็นประโยชน์ในหลายสาขาวิชา ธุรกิจหลายแห่งกำลังพยายามรวมความเป็นจริงเสมือนและวิดีโอเกมเข้ากับการดำเนินงานด้านการศึกษาและการค้าปลีก นอกจากนี้ยังถูกมองว่าเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนองค์กรแบบกระจายและติดต่อพนักงานจากระยะไกลในความพยายามที่จะทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ ตลาดสำหรับแอปพลิเคชัน AR/VR ที่เบี่ยงเบนความสนใจยังคงมีขนาดใหญ่ เมื่อดูตลาด AR/VR ของโลกในขณะนี้ อุตสาหกรรมการฝึกอบรมเป็นตลาดที่สำคัญที่สุดสำหรับองค์กร

อย่างไรก็ตาม ตามความรู้ในปี 2019 นั้น การฝึกสอนเป็นตลาดที่ทำกำไรได้มากที่สุดสำหรับองค์กร ด้วยการลงทุน 1.8 พันล้านดอลลาร์ ตามด้วยงานแสดงการค้าปลีกด้วยการลงทุน 0.6 พันล้านดอลลาร์ และการบำรุงรักษาอุตสาหกรรมด้วยเงินลงทุน 1 พันล้านดอลลาร์ ในราคา 0.4 พันล้านดอลลาร์ คาดว่าตลาดแพ็คเกจการจำลองทั่วโลกจะมีมูลค่าประมาณ 6.26 พันล้านดอลลาร์ในอนาคต ประมาณการแนะนำว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมการฝึกอบรมและการบำรุงรักษาอุตสาหกรรมจะสร้างเงินลงทุน 12.8 พันล้านดอลลาร์ภายในปี 2567 และคาดว่า ศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีวิดีโอเกมในอนาคตมีแนวโน้มที่ดี นอกจากนี้ เนื่องจากความรวดเร็วในการส่งข้อมูลในปัจจุบัน ทำให้ข้อจำกัดของการใช้งานครั้งก่อนหมดไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการเผยแพร่เนื้อหา (Alsop 2021)

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบกรอบการทำงาน (Framework) สำหรับประเมินประสิทธิภาพของการใช้ Virtual Reality ในการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม
- 2 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของวิธีการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมและแบบ VR ในการฝึกอบรมเชิงอุตสาหกรรม

1.3. สมมติฐานของการวิจัย

กรอบมาตรฐานสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของการใช้ Virtual Reality ในการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรมสามารถสร้างได้โดยใช้ข้อมูลการฝึกปฏิบัติ

1.4. คำชี้แจงปัญหา

ส่วนนี้กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนากรอบมาตรฐานสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของการใช้ Virtual Reality ในการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำถามต่อไปนี้จะได้รับการกล่าวถึง คือ

1. จะประเมินการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือนได้อย่างไร
2. มีเทคนิคการวัดอะไรบ้างสำหรับจุดประสงค์นี้

เพื่อจัดการกับข้อกังวลเหล่านี้ งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ และเสนอกรอบการทำงานที่รวมเข้าด้วยกัน กรอบงานได้รับการออกแบบมาเพื่อสร้างวิธีการมาตรฐานสำหรับการวัดและประเมินการใช้ความเป็นจริงเสมือนในสภาพแวดล้อมการฝึกอบรม

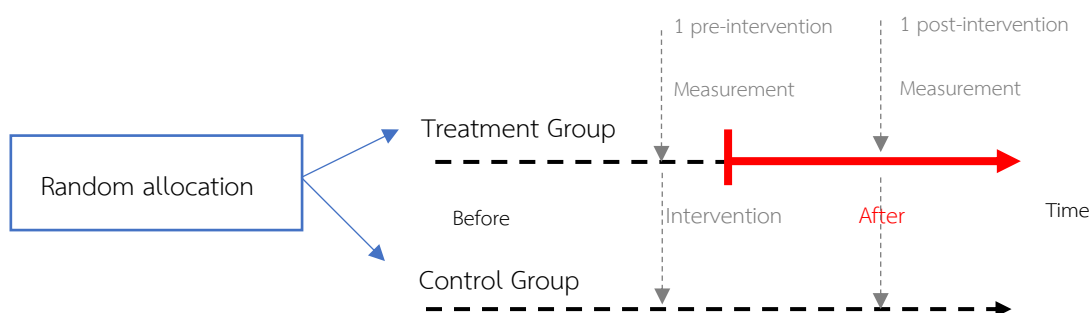
1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. การฝึกอบรมช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการประกอบยานยนต์โดยใช้ VR ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ทั้งในแง่การฝึกปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่มีความสมจริงและการเรียนรู้ในลักษณะทฤษฎีเชิงสัมผัสได้ คือการสัมผัสวัตถุหรือสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน หรือในวงการอสังหาริมทรัพย์ใช้ VR ในการให้ดูห้องตัวอย่างที่มีความสมจริง
3. กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ในการจำลองการฝึกปฏิบัติ
4. กลุ่มตัวอย่างได้ฝึกทักษะเพื่อเตรียมพร้อมในการทำอาชีพใหม่ ๆ ในอนาคต

5. สามารถจำลองวัตถุหรือโครงสร้างทางอุตสาหกรรมการยานยนต์ที่มีความสมจริงและแสดงภาพในมุมมองที่หลากหลาย
6. ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการออกแบบและกระบวนการต่าง ๆ
7. สามารถลดความเสี่ยงของการฝึกปฏิบัติหรือการฝึกอบรมที่มีความเสี่ยงสูงในภาคอุตสาหกรรมการยานยนต์

1.6. ขอบเขตของการวิจัย

งานนี้มี 2 ระยะสำหรับวางแผนทดสอบกับผู้เข้าร่วมโครงการ คือ 1) ระยะทดลองและเก็บข้อมูล และ 2) ระยะการพัฒนาด้านแบบกรอบการทำงาน (Framework) ที่ได้มาตรฐาน ระยะแรกอ้างอิงจากการออกแบบกลุ่มควบคุมก่อนการทดสอบ-หลังการทดสอบที่แนะนำโดย (Campbell DT 1963) ดังแสดงในภาพที่ 1-1 ในตอนแรก กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองต้องได้รับการออกแบบตามการทดสอบครั้งก่อน เรียกอีกอย่างว่าการออกแบบการทดลองก่อนและหลัง ซึ่งเป็นการทดลองประเภทหนึ่ง que ผู้เข้าร่วมได้รับมอบหมายให้เข้าร่วมการแทรกแซงตามกระบวนการสุ่มตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่น่าสนใจกวดสองครั้ง ครั้งแรกคือกลุ่มผู้เข้าร่วมได้รับการทดสอบแบบแทรกแซงระหว่างก่อนการทดสอบและครั้งสุดท้ายคือกลุ่มผู้เข้าร่วมได้รับการทดสอบแบบแทรกแซงระหว่างหลังการทดสอบจากนั้น ดังแสดงใน ภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 ทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ (Campbell DT 1963)

จากภาพที่ 1-1 ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเกณฑ์สำหรับการออกแบบกลุ่มควบคุมก่อนการทดสอบ-หลังการทดสอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ผู้เข้าร่วมในการศึกษาได้รับการสุ่มให้เป็นหนึ่งใน 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม และเป็นไปได้ว่าการสุ่มงานนี้จะเกิดขึ้นก่อนหรือหลังการทดสอบล่วงหน้า
2. ทั้งสองกลุ่มอยู่ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ไม่รวมการแทรกแซงจากสมการในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดสอบ การแทรกแซงถูกจัดเตรียมให้กับกลุ่มทดลอง ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการแทรกแซง

3. ผลก่อนและหลังการทดสอบของทั้งสองกลุ่มได้รับพร้อมกันในสองช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ก่อนและหลังการทดสอบ

ในขั้นตอนนี้ จะมีผู้เข้าร่วม 10 คน โดยทำการแบ่งออกเป็น 5 คนสำหรับกลุ่มควบคุม และ 5 คนสำหรับกลุ่มทดลอง พวกเขาจะได้รับการทดสอบล่วงหน้าเพื่อวัดความรู้เดิมของพวกเขา จากนั้น พวกเขาจะเรียนรู้ด้วย 2 วิธีคือแบบศึกษาจากวิดีโอและแบบฝึกปฏิบัติจาก VR หลังการเรียนรู้จะได้รับ ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับแบบสอบถามสำหรับวัดความรู้ในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ

ขั้นตอนที่สองคือการพัฒนาต้นแบบกรอบการทำงาน (Framework) การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ Virtual Reality ตามแนวคิด ADDIE โดยจะจัดอบรมจำนวน 10 คน เราจะรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตและบันทึกกิจกรรม จากนั้นข้อมูลจะถูกวิเคราะห์และประเมินผล จากผลลัพธ์ เราสามารถสร้างต้นแบบกรอบการทำงาน (Framework) ได้

1.7. แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1-1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการ															
	พ.ศ. 2564												พ.ศ. 2565			
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
คำจำกัดความของปัญหา																
การทบทวนวรรณกรรม																
การออกแบบและทดสอบกรอบแนวคิดเกี่ยวกับระเบียบวิธีและโซลูชัน																

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการ															
	พ.ศ. 2564											พ.ศ. 2565				
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
การนำเสนอและการอนุมัติข้อเสนอ																
การยื่นและการอนุมัติของคณะกรรมการพิจารณาสถาบัน (IRB)																
การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล																
การทดสอบ คำติชม และการปรับปรุง																
การเข้าร่วมการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และการนำเสนอผลงาน																
การสอบวิทยานิพนธ์																

บทที่ 2

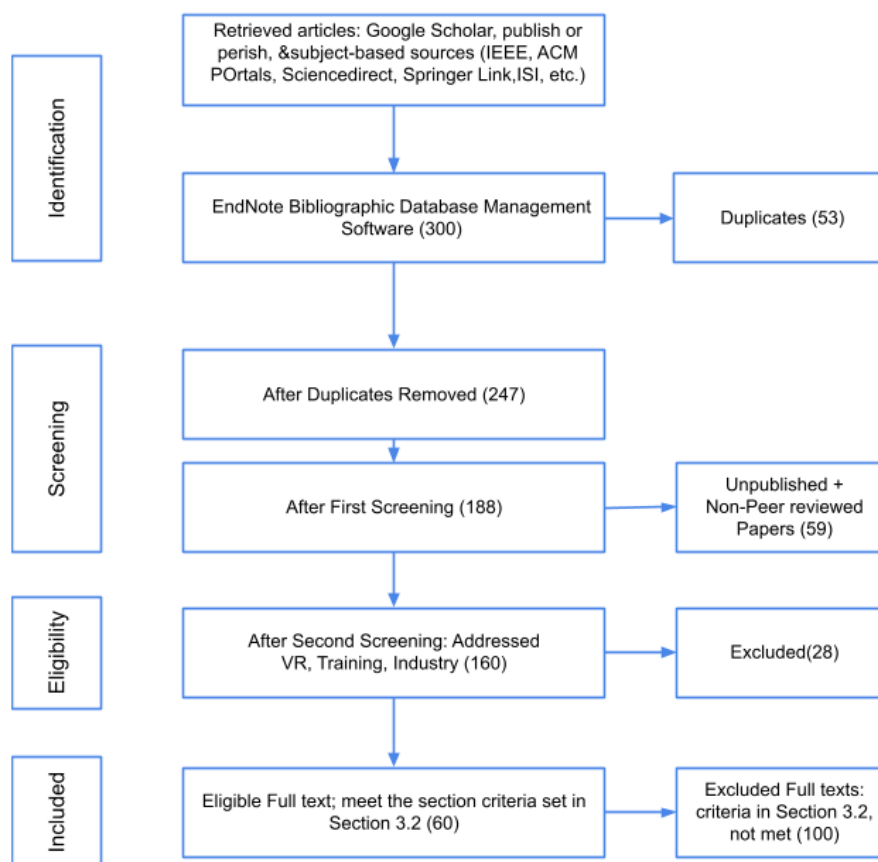
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบกรอบการทำงาน (Framework) สำหรับประเมินประสิทธิภาพของการใช้ Virtual Reality (VR) ในการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรมและตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของวิธีการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมและแบบ VR ในการฝึกอบรมเชิงอุตสาหกรรม โดยมีการตรวจสอบวรรณกรรมอย่างเป็นระบบตั้งแต่ปี 2560 ถึง พ.ศ. 2565 เพื่อค้นหาการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง ฐานข้อมูลที่ค้นหา ได้แก่ IEEE Xplore, Internet of Science (Rauch, Unterhofer et al. 2020) และ Google Scholar เป็นต้น เนื่องจากการใช้คำค้นหาเช่น "Virtual Reality" "Industry 4.0" และ "Evaluation" ในการสืบค้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร ได้รวบรวมและสรุปตามเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือก การประเมินวิธี PRISMA นี้ทำขึ้นในปี 2563 มีเอกสารทบทวนฉบับที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกและรวมอยู่ในการศึกษาวิจัย (Moher, Liberati et al. 2009) วารสารทั้งหมดได้มีการทบทวนโดยผู้วิจัยเอง ซึ่งโครงการวิจัยที่เชี่ยวชาญด้านการฝึกสอนความเป็นจริงเสมือนและการวัดการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือนได้รับการบันทึกไว้



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / rev: 15032566 13:16:21 / seq: 53



ภาพที่ 2-1 การคัดกรองบทความและวิธีการเลือกตามคำแนะนำของ PRISMA (Moher, Liberati et al. 2009)

จากภาพที่ 2-1 การคัดกรองบทความและวิธีการเลือกตามคำแนะนำของ PRISMA มีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเพื่อระบุการศึกษาที่เกี่ยวข้องที่ตีพิมพ์ระหว่างปี 2017 ถึง 2022 โดยใช้ทั้งการเผยแพร่และแหล่งข้อมูลออนไลน์ บทความจำเป็นต้องเขียนเป็นภาษาอังกฤษหรือแปลเป็นภาษาอังกฤษก่อนที่จะเผยแพร่ บทความได้รับการประเมินตามกระบวนการคัดกรองมาตรฐาน เห็นได้ชัดว่าการฝึกอบรม VR กำลังมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากอุตสาหกรรม 4.0 และการวิเคราะห์ความเป็นจริงเสมือนขยายตัว รวมถึงการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อสังหาริมทรัพย์ การแพทย์ การฝึกปฏิบัติทางทหาร เป็นต้น บทความที่ผ่านการตรวจสอบทั้งหมดทกลีบทบทความตรงตามเกณฑ์การคัดเข้า จากบทความ 160 บทความที่ได้รับการตรวจสอบในขั้นต้นการศึกษาแบ่งออกเป็นสามกลุ่มตามวิธีการประเมิน

- แนวทางการสอน
- แนวทางแบบจำลองการเรียนรู้ประยุกต์
- แนวทางการวัดไบโอเมตริกซ์ (Biometrics)

และสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1. แนวทางการสอน

2.1.1. ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม

พฤติกรรมนิยมเป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เน้นบทบาทของพฤติกรรมที่สังเกตได้ในการทำ ความเข้าใจและอธิบายการเรียนรู้ ในบริบทของ Virtual Reality (VR) พฤติกรรมนิยมสามารถ ประยุกต์ใช้ได้โดยใช้เทคโนโลยี VR เพื่อให้ผู้เรียนได้รับสิ่งเร้าที่เฉพาะเจาะจงและเสริมสร้างหรือ ลงโทษพฤติกรรมบางอย่างตามการตอบสนองของผู้เรียน พฤติกรรมนิยมเป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เน้น การศึกษาพฤติกรรมที่สังเกตได้มากกว่าสภาพจิตใจภายใน ตามทฤษฎีพฤติกรรมนิยมเชื่อว่าการเรียนรู้ ของมนุษย์เป็นกระบวนการพื้นฐานที่สามารถสังเกตและตรวจสอบได้โดยอิสระผ่านพฤติกรรม ภายนอก พฤติกรรมนิยมระบุว่ากฎเกณฑ์สำคัญในการทำ ความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์และสัตว์คือ การตรวจสอบสาเหตุทางกายภาพภายนอกที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมเหล่านั้น รวมถึงปฏิกิริยาทางอารมณ์ และประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมา เช่นเดียวกับการทำให้ความถี่ของพฤติกรรมเพิ่มขึ้นสำหรับการ กระทำเฉพาะ สิ่งนี้จำเป็นต้องกำหนดพฤติกรรมที่กำลังศึกษาอยู่ นักทฤษฎีพฤติกรรมนิยมล่าสุดยืนยัน ว่าการสร้างพฤติกรรมที่ต้องการนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและ การตอบสนอง และจัดเตรียมประสบการณ์หรือสภาพแวดล้อมภายนอก หากประสบการณ์นี้เกิดขึ้น ซ้ำ ๆ พฤติกรรมที่ต้องการจะกลายเป็นไปโดยอัตโนมัติและทักษะพัฒนาขึ้น นักพฤติกรรมนิยมให้ เหตุผลว่าปฏิสัมพันธ์ส่วนตัวส่วนใหญ่มากขึ้นกับการทำให้ความถี่ของพฤติกรรมเพิ่มขึ้นและการลงโทษ ซึ่ง ต้องมาก่อนด้วยประสบการณ์หรือสภาพแวดล้อมภายนอกในทันที เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ยอมรับได้ มากขึ้น เกิดขึ้นผ่านการเรียนรู้แบบดั้งเดิม อันเป็นผลมาจากการสัมผัสกับสถานการณ์ประเภทนี้อย่าง ต่อเนื่อง ทักษะและพฤติกรรมตามสัญญาณเงื่อนไขจึงปรากฏขึ้นทันทีในสถานการณ์ในชีวิตจริง (Graham 2019) ตัวอย่างเช่น โปรแกรมการฝึกอบรม VR สำหรับงานที่ต้องใช้ทักษะเฉพาะ เช่น การ ประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักร (Schwarz, Regal et al. 2020) มีการนำเสนอ ผู้เรียนด้วยชิ้นส่วน และเครื่องมือเสมือนจริงและให้การสนับสนุนในเชิงบวก (เช่น การชมเชยด้วยวาจาหรือคะแนน) สำหรับการประกอบเครื่องจักรอย่างถูกต้อง การฝึกอบรมประเภทนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับทักษะ และพฤติกรรมใหม่ ๆ ผ่านกระบวนการลองผิดลองถูกและการเสริมการเรียนรู้ อีกตัวอย่างหนึ่งของ พฤติกรรมนิยมใน VR สามารถเห็นได้ในการใช้ VR เพื่อรักษาโรควิตกกังวล (Botella, Fernandez- Alvarez et al. 2017) โดยการให้ผู้ที่มีความหวาดกลัวค่อย ๆ เพิ่มระดับของสิ่งเร้าเสมือนที่เกี่ยวข้อง กับความกลัวของพวกเขา เช่น ความสูงหรือแมงมุม และให้แรงเสริมเชิงบวกเมื่อพวกเขาสงบสติ อารมณ์ แนวทางพฤติกรรมนิยมมีเป้าหมายเพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อวัตถุที่กลัว

โดยสรุปแล้ว พฤติกรรมนิยมสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับความจริงเสมือนได้โดยใช้เทคโนโลยี VR เพื่อนำเสนอสิ่งเร้าที่เฉพาะเจาะจงและเสริมหรือลงโทษพฤติกรรมบางอย่างตามการตอบสนองของผู้เรียน สิ่งนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับทักษะและพฤติกรรมใหม่ ๆ ผ่านการลองผิดลองถูก การทำให้ความถี่ของพฤติกรรมเพิ่มขึ้น และยังช่วยรักษาโรคติดกังวล

2.1.2. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม

หลักการเรียนรู้แบบรู้คิดครอบคลุมแนวคิดที่หลากหลายซึ่งได้มาจากงานของนักวิชาการหลายคน และด้วยเหตุนี้จึงค่อนข้างกว้างในขอบเขต มันเป็นระเบียบวินัยที่พัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยได้รับการสนับสนุนจากลักษณะที่เห็นได้ในหลากหลายสาขา เช่น เค้าวินิจฉัยวิชาการ จิตวิทยา พัฒนาการ จิตวิทยาการรู้คิด และประสาทวิทยาศาสตร์การรู้คิด

ตามวิกิพีเดียความรู้ความเข้าใจคือการได้มาซึ่งระบบข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียนที่สนับสนุนโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว (Wikipedia) ผลที่ตามมาคือ ผู้ที่สนับสนุนลักษณะทางปัญญามองว่าการเรียนรู้เป็นกิจกรรมเชิงรุก สร้างสรรค์ และเน้นการพัฒนาประสิทธิภาพ สิ่งนี้ต้องการการรับรู้และการปรับข้อมูลใหม่ให้เข้ากับความรู้อันมีอยู่และต้องการความจริง นอกจากนี้ ผู้เรียนควรมีความสามารถในการตั้งวัตถุประสงค์ของตนเองและกระตุ้นให้ตนเองศึกษาต่อ การเรียนรู้ได้รับการอำนวยความสะดวกโดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการสำรวจ เช่นเดียวกับการชิมซัฟหรือการปรับข้อมูล และแนวคิดใหม่ (Radianti, Majchrzak et al. 2020) รูปแบบการฝึกสอนเป็นสิ่งที่ต้องใช้ความรู้และทักษะ (Kimmons 2020) ความรู้ความเข้าใจเป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาที่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการทางจิตและวิธีการใช้กระบวนการเหล่านั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล ในบริบทของความจริงเสมือน (VR) ความรู้ความเข้าใจจะหมายถึงวิธีที่เทคโนโลยี VR ใช้เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการรับรู้ เช่น การรับรู้ ความสนใจ ความจำ และการแก้ปัญหา ซึ่งอาจรวมถึงการใช้ VR เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริงสำหรับการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจของมนุษย์ เช่นเดียวกับการใช้ VR เป็นเครื่องมือสำหรับการฝึกอบรมหรือการบำบัดทางความคิด นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยด้านความรู้ความเข้าใจอาจพัฒนาแบบจำลองความรู้ความเข้าใจของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) สามารถมีบทบาทสำคัญในด้านความรู้ความเข้าใจ ซึ่งเป็นการศึกษากระบวนการทางจิตและวิธีการใช้เพื่อรับข้อมูล ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล สามารถใช้ VR เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริงสำหรับการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจของมนุษย์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษากระบวนการรู้คิดในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมและสมจริง นอกจากนี้ VR ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกความรู้ความเข้าใจหรือการ

บำบัด ซึ่งช่วยให้บุคคลได้รับประสบการณ์ที่สมจริงและมีการโต้ตอบซึ่งสามารถช่วยปรับปรุงความสามารถทางการรับรู้

VR สามารถใช้เพื่อศึกษาการรับรู้ ความสนใจ ความจำ และการแก้ปัญหา (Wilson and Soranzo 2015) โดยการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่คล้ายกับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ VR เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจทางสังคมและการสื่อสาร โดยการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเสมือนจริง (Roth 2016)

นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยด้านการรับรู้อาจใช้ VR เพื่อพัฒนาแบบจำลองการรับรู้ของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งสามารถใช้ทดสอบสมมติฐานและทำนายพฤติกรรมของมนุษย์ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้ สิ่งนี้สามารถช่วยให้นักวิจัยเข้าใจได้ดีขึ้นว่าผู้คนนำทางและโต้ตอบกับพื้นที่เสมือนอย่างไร และการโต้ตอบเหล่านั้นอาจแตกต่างจากในโลกแห่งความเป็นจริงอย่างไร

กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความจริงเสมือนมีศักยภาพในการปรับปรุงด้านความรู้ความเข้าใจได้อย่างมากโดยการจัดหาเครื่องมือใหม่ที่ทรงพลังสำหรับนักวิจัยสำหรับการศึกษา กระบวนการรับรู้ และโดยการให้วิธีการใหม่แก่บุคคลในการปรับปรุงความสามารถทางปัญญา

2.1.3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดของการเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในด้านความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ ซึ่งนักวิชาการและผู้ปฏิบัติงานเชื่อว่าบรรทัดฐานทางสังคมที่ได้รับมาจากสังคมศาสตร์ มีบทบาทสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมส่วนบุคคลและชุมชน ซึ่งรวมถึงการประเมินความประพฤติและรูปปลักษณ์ที่เหมาะสมในฐานะสมาชิกของชุมชนที่มีอารยธรรม การเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการจัดการพฤติกรรมที่ไม่เป็นอันตรายต่อตนเองหรือผู้อื่น

บรรทัดฐานทางสังคมมีสามประเภทหลัก วิถีชาวบ้าน ประเพณี และกฎหมาย วิถีชาวบ้านเป็นข้อตกลงร่วมกันของหลาย ๆ คน และเป็นแนวทางในการปรับพฤติกรรม ในทางกลับกัน ขนบธรรมเนียมหรือประเพณีอื่น ๆ คือพฤติกรรมบางอย่างที่คาดว่าจะปฏิบัติตามเพื่อสร้างชุมชนที่สงบสุขด้วยทัศนคติที่มีจริยธรรม กฎหมายที่กำหนดโดยรัฐเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อความปลอดภัยของประชาชนทั่วไปและได้กำหนดผลที่ตามมาสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามอย่างชัดเจน

เป้าหมายสูงสุดของการเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์คือการแสดงให้เห็นข้อกำหนดทางสังคม สมมุติฐาน และแยกแยะการควบคุมทางสังคมที่ไม่เป็นทางการออกจากพฤติกรรมและกิจกรรมรูปแบบอื่น ๆ มาตรฐานนี้มักได้รับการเสริมด้วยการตกลงและคงไว้ผ่านการบีบบังคับทางสังคม ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องวิเคราะห์แนวคิดและหลักการของการเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์ก่อนที่จะดำเนินการวิเคราะห์เพิ่มเติม

นอกจากนี้ "กลุ่มปกติ" หรือ "ชุดจิตสำนึก" ที่พัฒนาและสืบทอดโดยชนชั้นนำ หรือมาจากข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ชนชั้นนำนำมาใช้เพื่อควบคุมพฤติกรรมของผู้เล่นที่มีความหลากหลายในการเมืองระหว่างประเทศ บรรทัดฐานหรือกลุ่มแนวคิดเหล่านี้ได้รับการพัฒนาและบูรณาการเข้ากับวิธีการรับรู้และนำไปสู่การปฏิบัติตามหลักการของมนุษย์และผู้เล่นที่เกี่ยวข้องกับการเมืองระหว่างประเทศ

เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ยังสามารถมีบทบาทสำคัญในด้านคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเน้นบทบาทเชิงรุกของผู้เรียนในการสร้าง ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับข้อมูลใหม่ผ่านการรวมข้อมูลใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่ สามารถใช้ VR เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบอินเทอร์แอคทีฟที่ดื่มด่ำซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ได้อย่างกระตือรือร้น ช่วยให้พวกเขาเข้าใจและเก็บรักษาได้ดีขึ้น นอกจากนี้ VR ยังสามารถใช้เพื่อสร้างการจำลองสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนจริงที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและจัดการกับวัตถุและแนวคิด ช่วยให้พวกเขาเข้าใจเนื้อหาอย่างมีความหมายและเป็นส่วนตัว นอกจากนี้ยังสามารถใช้ VR เพื่อศึกษาแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทางสังคมด้วยการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเสมือนจริงที่ช่วยให้ผู้เรียนสำรวจและสะท้อนมุมมองและภูมิหลังทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน (McLeod 2019, July 17)

2.1.4. ปรัชญาประสบการณ์นิยม

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ยังสามารถมีบทบาทในด้านการทดลองซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินโปรแกรมและนโยบายการศึกษา เทคโนโลยี VR สามารถใช้เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมและสมจริงสำหรับการวิจัยทางการศึกษา ทำให้นักวิจัยสามารถทำการทดลองเกี่ยวกับการเรียนรู้และการสอนได้ ซึ่งอาจรวมถึงการศึกษาผลกระทบของวิธีการสอน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีต่อการเรียนรู้และประสิทธิภาพของนักเรียน ตัวอย่างเช่น สามารถใช้ VR เพื่อสร้างการจำลองสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่สามารถใช้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการคิดเชิงวิพากษ์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ VR เพื่อสร้างโลกเสมือนจริงที่ช่วยให้นักวิจัยศึกษาว่าผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมเสมือนจริงอย่างไร นอกจากนี้ยังสามารถใช้ VR เพื่อศึกษาผลกระทบของกลยุทธ์การสอนต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง และการเรียนรู้ด้วยเกมต่อการมีส่วนร่วมและประสิทธิภาพของนักเรียน กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีความจริงเสมือนสามารถเป็นเครื่องมือที่มีค่าสำหรับการวิจัยเชิงทดลองในด้านการศึกษา เนื่องจากช่วยให้นักวิจัยสร้างสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมและสมจริงสำหรับการเรียนรู้ การเรียนรู้และการสอน และทดสอบวิธีการสอนและเทคโนโลยีต่าง ๆ

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้รับการยกย่องอย่างกว้างขวางว่าเป็นบิดาผู้ก่อตั้งระบอบประชาธิปไตยของอเมริกา เขาเป็นที่รู้จักกันดีในเรื่องการเน้นความเชื่อมโยงระหว่างการศึกษา กับแนวคิดและมุมมองทางปรัชญาของเขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องประชาธิปไตย ดิวอี้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียนทดลองของมหาวิทยาลัยชิคาโก ซึ่งเขาได้กล่าวถึงตัวแปรสำคัญสามประการในกระบวนการเรียนรู้ในปี 1902 ได้แก่

1. ลักษณะของผู้เรียน ซึ่งรวมถึงความสนใจ ความยากลำบาก และลักษณะพัฒนาการของผู้เรียน
2. ค่านิยมและจุดมุ่งหมายของสังคม ซึ่งรวมถึงอุดมคติของการทำงานร่วมกัน ความอดทน การตัดสินใจ และความตระหนักทางการเมือง
3. ธรรมชาติของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งรวมถึงองค์ความรู้ที่กว้างขวางมากขึ้นเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ

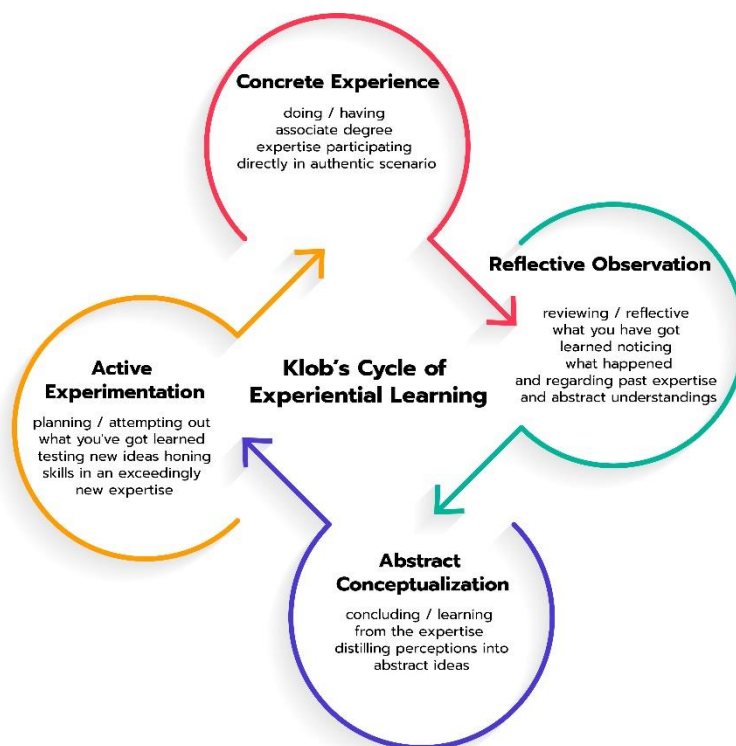
จอห์น ดิวอี้ เชื่อว่าการสอนที่ดีทั้งหมดต้องปรับให้เข้ากับธรรมชาติของผู้เรียนและอุดมคติทางสังคมที่ยิ่งใหญ่ที่สุด เขาสนับสนุนเทคนิคการสอนที่เน้นความเกี่ยวข้องของเนื้อหาทั้งกับนักเรียนและสังคม และสนับสนุนการสะท้อนเนื้อหาตามอุดมคติประชาธิปไตย ปัจจุบันเหล่านี้ไม่มีอยู่ในสถานะที่ต่อเนื่องและทำงานร่วมกันเป็นชุดขององค์ประกอบแบบร่างแหและประกอบกัน ดิวอี้แนะนำว่าควรมองนักเรียนในบริบททางสังคมสูงเมื่อเรียนโดยคำนึงถึงความต้องการและความสนใจของพวกเขา และควรเลือกหัวข้อหลักสูตรในลักษณะเดียวกันโดยเน้นสิ่งที่เป็นประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้เรียนที่อาศัยอยู่ในระบอบประชาธิปไตย สังคม (Dewey 1902)

ด้วยวิธีนี้ แนวคิดของจอห์น ดิวอี้ เกี่ยวกับการศึกษาสอดคล้องกับแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเน้นบทบาทเชิงรุกของผู้เรียนในการสร้างความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับข้อมูลใหม่ผ่านการบูรณาการข้อมูลใหม่กับความรู้ที่มีอยู่ และยังสอดคล้องกับแนวทางเชิงทดลองซึ่ง เน้นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินโปรแกรมและนโยบายการศึกษา

2.1.5. ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์

เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) สามารถมีบทบาทสำคัญในด้านการเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นการใช้ ประสบการณ์จริงในโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาตนเอง เทคโนโลยี VR สามารถใช้เพื่อสร้างประสบการณ์เชิงโต้ตอบที่ดื่มด่ำซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมและสำรวจข้อมูลใหม่ ๆ ได้อย่างจริงจัง สิ่งนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเก็บข้อมูลใหม่ ๆ ได้ดีขึ้น เนื่องจากพวกเขาสามารถมีส่วนร่วมกับเนื้อหาได้อย่างมีความหมายและเป็นส่วนตัว

ในปี 1984 David Kolb เผยแพร่โมเดลรูปแบบการเรียนรู้ของเขา และต่อมาได้สร้างไลบรารีของโมเดลการเรียนรู้ ซึ่งยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb ประกอบด้วยสองระดับของการดำเนินการ วงจรการเรียนรู้สี่ขั้นตอนและสี่รูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ตาม Kolb การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อได้รับแนวคิดนามธรรมและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เขาอ้างว่าแรงผลักดันสำหรับความคิดใหม่ ๆ มาจากประสบการณ์ใหม่ ๆ การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นกลยุทธ์ที่มีคุณค่าสำหรับสถานการณ์ที่นักเรียนมีส่วนร่วมใน "การเรียนรู้โดยการทำ" และสะท้อนถึงประสบการณ์ของพวกเขา ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้จากประสบการณ์ ได้แก่ การเข้าร่วมการทดลองในห้องปฏิบัติการ การฝึกงาน และการฝึกภาคสนาม (McLeod 2017, Oct 24)



ภาพที่ 2-2 วงจรการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb

ภาพที่ 2-2 แสดงถึงทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb สามารถนำไปใช้ในบริบทของความเป็นจริงเสมือน (VR) ได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น สามารถใช้ VR เพื่อมอบประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียนในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและมีการควบคุม (Grassini and Laumann 2020) สามารถใช้ VR เพื่อจำลองประสบการณ์ต่าง ๆ เช่น การเยี่ยมชมสถานที่ทางประวัติศาสตร์ (Häkikilä, Hannula et al. 2019) หรือการทำขั้นตอนการผ่าตัดที่อาจจำลองได้ยากหรือเป็นไปไม่ได้ในชีวิตจริง (Li L 2017) สิ่งนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับเนื้อหาได้อย่างเต็มคำและมี

ความหมายมากขึ้น ทำให้พวกเขาสามารถสัมผัสและไตร่ตรองเนื้อหาในแบบที่วิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิมไม่อนุญาต โปรแกรมการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ดูแลโดยผู้สอนของวิทยาลัยสามารถปรับปรุงการเรียนรู้บนพื้นฐานความรู้และเพิ่มการสอบถามเกี่ยวกับการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่ศึกษาในต่างประเทศ โปรแกรมดังกล่าวยังสามารถให้โอกาสในการเติบโตในอาชีพการตระหนักรู้ในวัฒนธรรม การพัฒนาความเป็นผู้นำ และการได้มาซึ่งความสามารถทางเทคนิคและทางปัญญาทางเลือก (McLeod 2017, Oct 24)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ VR เพื่ออำนวยความสะดวกในการสังเกตแบบไตร่ตรองโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสสังเกตและวิเคราะห์การกระทำของตนในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจใช้ VR เพื่อฝึกขั้นตอนการผ่าตัด

2.1.6. ทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นความสำคัญของการเชื่อมต่อและเครือข่ายในการได้มาและเผยแพร่ความรู้ แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดและแนวคิดต่าง ๆ ทฤษฎีคำนึงถึงความซับซ้อนและธรรมชาติแบบไดนามิกของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และตระหนักว่าบุคคลอาจไม่สามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ ทฤษฎีความเชื่อมโยงยังเน้นถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงชุดข้อมูลและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทฤษฎีนี้เสนอว่าความสามารถในการเชื่อมโยงมีความสำคัญมากกว่าระดับความเข้าใจในปัจจุบัน

ข้อมูลเชิงลึกที่ตัวเลือกได้รับการสนับสนุนอย่างรวดเร็วโดยรากฐานแบบไดนามิกนำไปสู่การสร้างการเชื่อมต่อ ความสามารถในการแยกแยะระหว่างข้อมูลที่สำคัญและไม่มีนัยสำคัญมีความสำคัญเนื่องจากข้อมูลใหม่จะได้รับเป็นประจำ ทักษะที่สำคัญคือความสามารถในการรับรู้เมื่อข้อมูลใหม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมซึ่งการตัดสินใจขึ้นอยู่กับวันก่อน และปรับเปลี่ยนตามนั้น

นอกจากนี้ยังหาหรือเกี่ยวกับปัญหาที่หลายองค์การเผชิญหน้าระหว่างการดำเนินการจัดการข้อมูล ข้อมูลที่รวมอยู่ในแต่ละรายการควรเชื่อมโยงกับบุคคลที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพื่อจัดประเภทเป็นการเรียนรู้ พฤติกรรมนิยม หรือความรู้ความเข้าใจ ดูเหมือนคนที่บอกว่าโครงสร้างและการถ่ายทอดความรู้ไม่น่าจะพยายามเลย

การไหลของข้อมูลภายในบริษัทอาจเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของประสิทธิภาพขององค์กร การไหลของข้อมูลในระบบเศรษฐกิจฐานความรู้มีความคล้ายคลึงกับการไหลของน้ำมันผ่านระบบเศรษฐกิจอุตสาหกรรมในแง่ของความสำคัญ ผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่า การสร้างและการบำรุงรักษาการไหลของความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการตกเป็นเหยื่อจำเป็นต้องเป็นงานที่สำคัญที่สุดของบริษัท การไหลของข้อมูลอาจถูกมองว่าเป็นกระแสที่ไหลผ่านโครงสร้างองค์กรของบริษัท กลุ่มแม่น้ำและภูมิภาคทาง

ภูมิศาสตร์ที่หลากหลายลดน้อยลงในหลายพื้นที่ ความสำเร็จของการไหลเวียนของความรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ขององค์กรนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางที่ข้อมูลถูกส่งไป

แนวคิดเชื่อมโยงเสนอกระบวนการทัศนการเรียนรู้ที่ยอมรับพัฒนาการของเปลือกลูกโลกในสังคม ที่การศึกษาไม่ได้ถูกมองว่าเป็นกิจกรรมที่โดดเดี่ยวและโดดเดี่ยวอีกต่อไป เทคนิคและหน้าที่การทำงานของผู้คนเปลี่ยนไปอันเป็นผลมาจากการแนะนำเครื่องมือใหม่ ๆ วิชาชีพด้านการศึกษาไม่เต็มใจที่จะรับรู้ถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีการเรียนรู้ล่าสุดและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่มีต่อวิธีการที่ผู้คนเรียนรู้และให้ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีความเชื่อมโยงให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความสามารถทางการศึกษาและกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องการเพื่อความก้าวหน้า แน่นนอนว่ายังมีทฤษฎีการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ อีกมากมายที่อาจนำมาใช้ในยุคดิจิทัลได้เช่นกัน นอกจากนี้ สำหรับกระบวนการทัศนส่วนใหญ่ที่ระบุไว้ในที่นี้ ซึ่งเทียบเท่ากับทฤษฎีที่พัฒนาแล้ว ทฤษฎีที่สนับสนุน หรือทฤษฎีคุณลักษณะทางสังคม-จิตวิทยา ไม่ว่าจะเป็นกวีวิจัย VR จะใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบใดภายใต้กระบวนการทัศนทั้งหมด การพัฒนาแอปพลิเคชัน VR สำหรับกิจกรรมทางการศึกษาจะขึ้นอยู่กับวิกฤต ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอยู่ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดด้านล่าง อันเป็นผลสืบเนื่องมาจาก กระบวนการเรียนรู้ทฤษฎีนี้รวมถึงคำแนะนำในการจูงใจผู้อื่น มีการกล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้และผลลัพธ์สำหรับผู้เรียนโดย ละเอียด (Siemens 2004, Siemens 2005)

นอกเหนือจากกระบวนการทัศนพื้นฐานที่สรุปไว้ข้างต้นแล้ว ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ รวมถึงทฤษฎีที่กำหนดขึ้นจากทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลและทฤษฎีการเรียนรู้เชิงปัญญาทางสังคม เพื่อให้การพัฒนาแอปพลิเคชัน VR ประสบความสำเร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องยึดตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอยู่อย่างมั่นคง ทั้งนี้เนื่องจากทฤษฎีการเรียนรู้ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับแรงจูงใจของผู้เรียนและกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

2.1.7. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom

Bloom นักการศึกษาชาวอเมริกันคิดว่าครูที่ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพในการสอนและการเรียนรู้ต้องระบุวัตถุประสงค์ของตนอย่างชัดเจน บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาพื้นฐาน จะอธิบายและจัดหมวดหมู่พฤติกรรมของมนุษย์ ผู้คนเรียนรู้ในสามด้าน สติปัญญา ร่างกาย และจิตใจ แนวคิดนี้ถูกกำหนดให้เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาในอนุกรมวิธานของวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ซึ่งเป็นระบบการจัดหมวดหมู่สำหรับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (Ormell 1974)

กิจกรรมของสมองคือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา การใช้เหตุผล และความสามารถในการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หกประเภทของความประพฤติที่ประสบความสำเร็จคือ

1. ความรู้คือความสามารถในการจัดหมวดหมู่และจัดระเบียบประสบการณ์ของตน และจำไว้ว่าเรื่องราวนั้นออกมาอย่างถูกต้อง

2. การทำความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของนิทานโดยการตีความแนวคิดหลัก อธิบาย และสรุปเรียกว่า ความเข้าใจ

3. การประยุกต์ใช้ความรู้ (application) คือ ความสามารถในการนำแนวคิดไปปฏิบัติ กฎและกระบวนการของเรื่องที่รู้จักกันดีสามารถนำมาใช้ในรูปแบบใหม่ในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะเรื่องราวที่ซับซ้อนออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่า "การวิเคราะห์" ชัดเจน

5. การสังเคราะห์คือความสามารถในการรวบรวมชิ้นส่วนที่แตกต่างกันเพื่อสร้างเรื่องราวที่เหนียวแน่น โดยการปรับปรุงวัสดุที่มีอยู่ให้ดีขึ้นและเกรดที่สูงขึ้น

6. ความสามารถในการวินิจฉัยหรือประเมินสถานการณ์เรียกว่าการประเมิน การประเมินจะขึ้นอยู่กับชุดของเกณฑ์ ซึ่งมีดังนี้ กำหนดมาตรฐานการวัดความรู้และความเข้าใจเป็นพื้นที่ที่เราสนใจมากที่สุด คำที่เราใช้ในการทำงาน

ตามหลักการที่กล่าวข้างต้น นักเรียนทุกคนต้องมีพื้นฐานในการสร้างความรู้ของทุกคน อย่างไรก็ตาม อาจไม่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากบุคคลเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ บางคนจะมีความรู้ในสิ่งต่าง ๆ แตกต่างจากคนอื่น ๆ เนื่องจากพวกเขาจะมีประสบการณ์ที่แตกต่างจากคนอื่น ๆ

แม้ว่าผู้เรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้ ความรู้ และความเข้าใจที่เปรียบเทียบกันจะได้เรียนรู้ในลักษณะเดียวกันและจะนำข้อมูลของตนไปใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกัน แต่ผลการเรียนรู้ของกลุ่มนี้จะเหมือนกัน

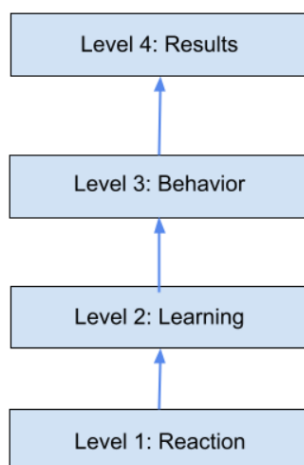
ผู้เรียนจำเป็นต้องมีส่วนร่วมอย่างจริงจังตลอดเวลาจึงจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจในสิ่งที่พวกเขากำลังเรียนรู้มาก่อน เมื่อบรรลุความเข้าใจที่ชัดเจนแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดแล้วจึงประเมินผล ตามแนวคิด มนุษย์ได้รับความรู้ในสามด้าน สติปัญญา ร่างกาย และจิตใจ ทั้งหมดนี้ต้องทำควบคู่กันไป เพื่อความสำเร็จในการเรียนรู้

2.2. แนวทางแบบจำลองการเรียนรู้ประยุกต์

2.2.1. การประเมินหลักสูตรรูปแบบของเคิร์กแพทริก (Kirkpatrick)

รูปแบบของเคิร์กแพทริกได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นกรอบการทำงานที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินและปรับปรุงโปรแกรมการฝึกอบรมและการศึกษา โดยคำนึงถึงวิธีการฝึกอบรมทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และประเมินตามเกณฑ์สี่ประการ ปฏิบัติการ

ตอบสนอง การเรียนรู้ พฤติกรรม และผลลัพธ์ แนวทางนี้จำเป็นสำหรับการพิจารณาประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกอบรมและระบุจุดที่ต้องปรับปรุง



ภาพที่ 2-3 Kirkpatrick model

ภาพที่ 2-3 แสดงถึงเทคโนโลยี Virtual Reality (VR) สามารถรวมเข้ากับ Kirkpatrick Model สำหรับการประเมิน ประเมินผล และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกอบรมและการศึกษา

ในระดับที่ 1 ระดับปฏิกิริยา สามารถใช้ VR เพื่อวัดปฏิกิริยาของผู้เรียนต่อสภาพแวดล้อมการฝึกอบรมเสมือนจริง เพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสามารถในการใช้งานของระบบ VR และการออกแบบสถานการณ์เสมือนจริง

ในระดับที่ 2 ซึ่งเป็นระดับการเรียนรู้ สามารถใช้ VR เพื่อประเมินการได้มาซึ่งความรู้และการพัฒนาทักษะของผู้เรียนโดยใช้การประเมินก่อนและหลังการฝึกอบรม เช่น แบบทดสอบและแบบทดสอบ

ในระดับที่ 3 ระดับพฤติกรรม สามารถใช้ VR ในการประเมินการถ่ายโอนการเรียนรู้สู่สภาพแวดล้อมจริง โดยการสังเกตประสิทธิภาพของผู้เรียนในงานที่จำลองสถานการณ์จริง หรือติดตามประสิทธิภาพของผู้เรียนจริง - งานโลก

ในระดับที่ 4 ระดับผลลัพธ์ สามารถใช้ VR เพื่อวัดผลกระทบของการฝึกอบรมที่มีต่อองค์กรได้ เช่น โดยการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของโปรแกรมการฝึกอบรม หรือโดยการวัดการปรับปรุงเมตริกประสิทธิภาพองค์กร เช่น ผลผลิตหรือความพึงพอใจของลูกค้า

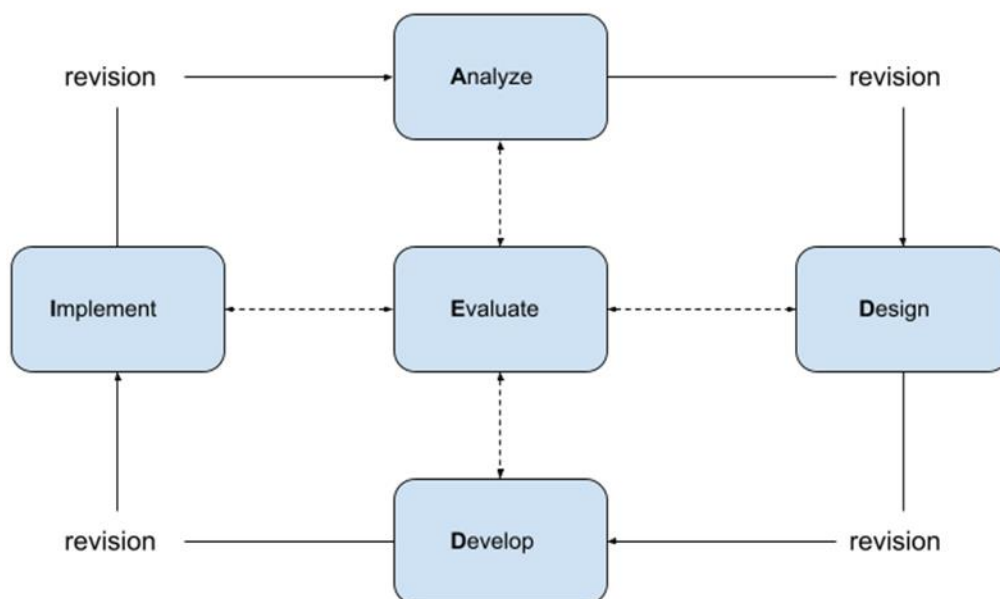
ด้วยการผสมรวมเทคโนโลยี VR เข้ากับ Kirkpatrick Model องค์กรต่าง ๆ สามารถ ประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกอบรมได้อย่างแม่นยำและเป็นองค์รวมมากขึ้น และทำการ ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงโปรแกรมเหล่านั้น

2.2.2. หลักการออกแบบของ ADDIE model

ADDIE Model เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างสื่อการเรียนการสอนโดยนัก ออกแบบการเรียนการสอนและนักพัฒนาการฝึกอบรม ประกอบด้วยห้าขั้นตอน การวิเคราะห์ การ ออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมิน ขั้นตอนเหล่านี้ใช้เพื่อสร้างเครื่องมือการสอนที่มี ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

แบบจำลอง ADDIE เป็นวิธีการสร้างสื่อการศึกษา มีการใช้แบบจำลอง ADDIE อีกหลาย แบบ รวมทั้งแบบจำลอง Dick & Carey และ Kemp ISD ในการพัฒนารูปแบบการสอนในปัจจุบัน (Dick 2004) นี่คือการคิดหรือการสะท้อนที่ต่อเนื่องซึ่งนำไปใช้กับการสร้างแบบจำลองในขณะที่ กำลังพัฒนาสื่อการเรียนการสอนดังที่แสดงในรูปแบบดั้งเดิม โดยการได้รับความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ ต้องแก้ไข วิธีการนี้จะช่วยประหยัดทั้งเวลาและเงิน

ปรัชญาการสอนมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสื่อการสอน ทฤษฎีต่าง ๆ เช่น พฤติกรรม นิยม คอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ทางสังคม และความรู้ความเข้าใจ มีอิทธิพลต่อการออกแบบและการ ใช้สื่อการเรียนการสอน วิธีการที่ละขั้นตอนของแบบจำลอง ADDIE พิจารณาทฤษฎีเหล่านี้และใช้ กระบวนการที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนอย่างมีเหตุผล และมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2-4 ADDIE Model

ภาพที่ 2-4 แสดงถึงขั้นตอนของแบบจำลอง ADDIE ที่ประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิจัยและการวิเคราะห์ ในขั้นตอนนี้ ความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนจะได้รับการประเมินคำถามที่เกี่ยวข้องกับผู้ฟัง พฤติกรรมที่ต้องการ ข้อจำกัดในการเรียนรู้ โอกาสทางการศึกษา และแนวคิดที่จะครอบคลุม มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของรูปแบบการสอนและวัตถุประสงค์ที่จะกำหนดขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และความรู้ความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนที่ต้องพัฒนา

ระยะที่ 2 กระบวนการออกแบบ กระบวนการออกแบบเกี่ยวข้องกับการพัฒนาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดวิธีการประเมิน กิจกรรม และเนื้อหา การสร้างแผนการสอน และการเลือกแหล่งข้อมูลการสอน ควรเป็นระบบและใส่ใจในรายละเอียดทั้งหมด ได้แก่ การแบ่งเอกสาร การออกแบบการเรียนการสอนเป็นหมวดหมู่ การพัฒนากลยุทธ์การสอนตามพฤติกรรมของนักเรียน การสร้างสตอรี่บอร์ด การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และสร้างต้นแบบสื่อ

ระยะที่ 3 ระยะการพัฒนา ในระยะนี้ ผู้ออกแบบสร้างขึ้นส่วนที่พัฒนาในขั้นตอนการออกแบบ รวมถึงเครื่องมือการประเมิน กิจกรรม เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ วัสดุที่เสร็จสมบูรณ์แล้วจะได้รับการทดสอบเพื่อระบุข้อผิดพลาดและปรับปรุงผลลัพธ์

ระยะที่ 4 ระยะดำเนินการ ระยะดำเนินการเกี่ยวข้องกับการส่งคำสั่งในห้องเรียน การฝึกอบรม หรือห้องปฏิบัติการ หรือผ่านวิธีการทางคอมพิวเตอร์ มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการสอนและสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร

ระยะที่ 5 การประเมินกระบวนการ กระบวนการประเมินมีทั้งการประเมินแบบก่อรูปและแบบสรุป ซึ่งดำเนินการเพื่อกำหนดประสิทธิภาพโดยรวมของการสอน ข้อมูลจากการประเมินทั้งหมดจะใช้เพื่อให้คำแนะนำสำหรับเทคนิคการสอนในอนาคต

2.2.3. คุณภาพของประสบการณ์ (QoE)

คุณภาพของประสบการณ์ (Quality of experience: QoE) หมายถึงความพึงพอใจโดยรวมและการรับรู้ของผู้ใช้เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ฟังก์ชัน การใช้งาน ประสิทธิภาพ และความสวยงามของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ในบริบทของมัลติมีเดีย สามารถใช้ QoE เพื่อประเมินคุณภาพของประสบการณ์วิดีโอหรือเสียง โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณภาพของภาพและเสียง การบัฟเฟอร์ และการโต้ตอบของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ QoE เพื่อประเมินผลิตภัณฑ์และบริการประเภทอื่น ๆ เช่น เว็บไซต์ แอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ และประสบการณ์การเล่นเกม เป็นมาตรการเชิงอัตนัยที่สามารถประเมินผ่านการทดสอบและการสำรวจโดยผู้ใช้ การปรับปรุง QoE มีความสำคัญเพื่อเพิ่มความพึงพอใจและความภักดีของลูกค้า และเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของผู้ใช้

ในการประเมิน QoE จะใช้การประเมินทั้งแบบอัตนัยและปรนัย ข้อมูลวัตถุประสงค์ขึ้นอยู่กับการวัดอัตราของผู้ใช้และข้อมูลส่วนตัวขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น แบบสอบถามทดสอบหลังเรียนที่มีส่วนการให้คะแนนตนเองสามารถใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลอัตนัยได้ การศึกษาพบว่าบุคคลต่าง ๆ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความจริงได้เร็วกว่าสภาพแวดล้อมความเป็นจริงเสมือน ซึ่งเห็นได้จากการจัดอันดับ QoE ที่เทียบเคียงได้

ความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อบริการ (หรือไม่พอใจกับบริการ) วัดได้จากคุณภาพของความเชี่ยวชาญ (Quality of experience: QoE) (Patrick Le Callet 2012) ประสบการณ์การบริการทั้งหมดได้รับการพิจารณาเมื่อกำหนดคุณภาพของประสบการณ์ เป็นแนวคิดที่คิดมาอย่างดี แม้ว่าจะเกือบจะเหมือนกับหัวข้อ ประสบการณ์ของผู้ใช้ แต่ก็มีต้นกำเนิดในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Moor 2014) จิตวิทยาสังคม วิทยาศาสตร์คุณลักษณะทางจิตวิทยา เศรษฐศาสตร์การเมือง และเทคโนโลยี ล้วนสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพประสบการณ์ (Quality of experience: QoE) ซึ่งเป็นวิชาที่กำลังเติบโตซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจความต้องการของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น โดยรวมแล้ว ลากล่องอยู่ในระดับสูง คุณภาพของประสบการณ์ของผู้ใช้ (Quality of experience: QoE) ได้รับการประเมินโดยใช้การประเมินข้อมูลเชิงอัตนัยและปรนัย ซึ่งคุ้นเคยกับการวิเคราะห์ QoE ของผู้ใช้ โดยที่ข้อมูลเชิงประจักษ์จะขึ้นอยู่กับการวัดอัตราของผู้ใช้ และข้อมูลเชิงอัตวิสัยคือการตัดสินใจของผู้ใช้ แบบสอบถามหลังเรียนประกอบด้วยส่วนการให้คะแนนตนเอง (Katsigiannis, Willis et al. 2019) จากผลการศึกษา การจัดระดับคุณภาพชีวิตที่เทียบเคียงได้สำหรับหน่วยพื้นที่และการตั้งค่าความ

เป็นจริงเสมือน แนะนำว่าบุคคลจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมหน่วยพื้นที่ได้เร็วกว่าที่พวกเขาทำกับสภาพแวดล้อมความเป็นจริงเสมือน (QoE ratings).

2.3. แนวทางการวัดไบโอเมตริกซ์ (Biometrics)

การวัดทางจิตสรีรวิทยาหรือการสร้างภาพระบบประสาทที่ตรวจจับคลื่นสมองเรียกว่า เครื่องตรวจจับคลื่นสมอง ในการวิเคราะห์ผลกระทบทางจิตสรีรวิทยาของระบบความจริงเสมือน (VR) การใช้มาตรส่วนการให้คะแนนแบบอัตนัยเป็นเรื่องที่สมเหตุสมผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ควรหลีกเลี่ยงผลที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเจ็บป่วยทางไซเบอร์ ตัวอย่างเช่น อิเล็กโทรเอนฟาโลแกรม (Electroencephalogram: EEG) และมาตรการไบโอเมตริกซ์ (Biometrics) อื่น ๆ เสนอตัวเลือกสำหรับการวัด บางครั้งการให้คะแนนแบบสอบถามอัตนัยจะใช้เพื่อตรวจสอบผลกระทบของสารด้วยตัวของมันเอง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากลักษณะรายการที่ขัดแย้งกันและความซับซ้อนของคำถาม คะแนนเหล่านี้อาจคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษา VR ที่มีเป้าหมายเฉพาะ เช่น การจับการทำงานของสมอง ในการศึกษาาร่วมกันซึ่งรวมถึง EEG และ จอแสดงผลแบบสวมศีรษะ หรือ HMD แสดงให้เห็นว่าสัญญาณกิจกรรมของสมองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญที่ความถี่สูงกว่า 50 Hz อย่างไรก็ตาม ขอแนะนำให้สังเกตการใช้งานในอนาคตเพื่อสัมผัสกับความสอดคล้องทางตรรกะของการเชื่อมโยงทางสรีรวิทยาระหว่างผลกระทบที่ขยายความคิดโดยตรง (Stephan Hertweck and Ball 2019) กระดาษอีกชิ้นหนึ่งใช้กราฟตัวเรียงกระแสดวงแยกเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของความเชี่ยวชาญของผู้ใช้ (Zhang, Liu et al. 2020) ต่อวิดีโอเกม อิทธิพลของเครือข่ายประสาท EEG ที่ความถี่ต่าง ๆ ต่อประสบการณ์ของผู้ใช้นำไปสู่ข้อสรุปว่า EEG มีศักยภาพที่จะมีบทบาทสำคัญในวิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EEG สามารถให้ ข้อมูลที่เป็นกลางเกี่ยวกับสถานะของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในจิตใจของมนุษย์ (Hou, Dong et al. 2017)

2.4. กรอบแนวคิดการพัฒนา

กรอบแนวคิดการพัฒนาสำหรับการประเมินประสิทธิผลของการใช้ความจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรมสามารถสร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลการปฏิบัติ รวมวิธีการสอน แนวทางการเรียนรู้แบบประยุกต์ และแนวทางการวัดไบโอเมตริกซ์ (Biometrics) กรอบการทำงาน (Framework) นี้จะรวมถึงส่วนประกอบต่อไปนี้

วัตถุประสงค์คือ เป้าหมายหลักของการใช้ความจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม เช่น การปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้ การลดต้นทุน หรือการเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกอบรม (Makransky, Borre-Gude et al. 2019)

แนวทางการสอนคือ หลักการและกลยุทธ์การออกแบบการเรียนการสอนที่ใช้ในโปรแกรมการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือน เช่น การเรียนรู้จากประสบการณ์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการเล่นเกม (Radianti, Majchrzak et al. 2020)

Applied Learning Model Approach คือ วิธีการประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกอบรมเสมือนจริงตามประสบการณ์และประสิทธิภาพของผู้เรียน เช่น แบบจำลอง ADDIE (Yu, Hsueh et al. 2021) หรือแบบจำลอง ARCS

แนวทางการวัดไบโอเมตริกคือ มาตรฐานและโปรโตคอลสำหรับการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตใจของผู้เรียนระหว่างการฝึกด้วยความเป็นจริงเสมือน (Stephan Hertweck and Ball 2019) เช่น การติดตามดวงตา ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ หรือการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG)

การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลคือ กระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม รวมถึงเครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การสำรวจ การสัมภาษณ์ หรือการศึกษาจากการสังเกต

ผลลัพธ์คือ ข้อค้นพบและข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิผลของการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม รวมถึงคำแนะนำสำหรับการปรับปรุง

การนำไปใช้งานคือ ขั้นตอนและกลยุทธ์สำหรับการดำเนินการตามคำแนะนำและการปรับปรุงการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม เช่น การรวมความคิดเห็นจากผู้ใช้ หรือการผสมผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนใหม่

การติดตามและประเมินผลคือ กระบวนการต่อเนื่องในการติดตามและประเมินประสิทธิผลของการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม รวมถึงการประเมินและอัปเดตกรอบงานอย่างสม่ำเสมอตามข้อมูลใหม่และข้อมูลเชิงลึก

ด้วยการรวมองค์ประกอบเหล่านี้เข้ากับการออกแบบการพัฒนา องค์กรสามารถประเมินประสิทธิผลของการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรมโดยใช้แนวทางที่ครอบคลุมและขับเคลื่อนด้วยข้อมูล กรอบการทำงานยังสามารถให้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบและการปรับปรุง ตลอดจนแนวทางสำหรับการพัฒนาในอนาคตและการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการฝึกอบรมในอุตสาหกรรม

บทที่ 3

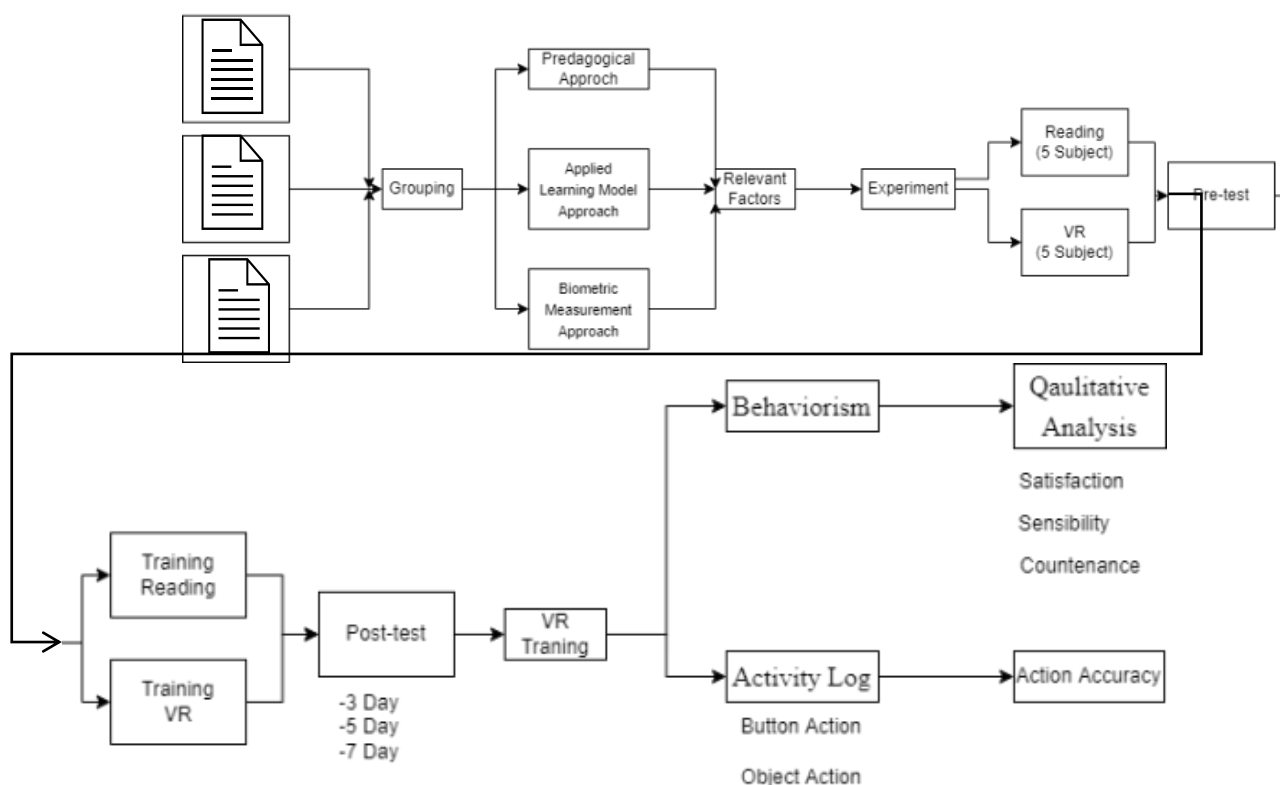
วิธีดำเนินการวิจัย

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality VR) ถูกใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนอีกทั้งยังสามารถประเมินประสบการณ์เสมือนจริงให้กับการเรียนรู้อีกด้วย ส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น การศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี VR ในรูปแบบการสอนสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้น เนื่องจากสมองของมนุษย์สามารถประมวลผลและดูดซับการแสดงผลภาพ 3 มิติได้ง่ายกว่าข้อความธรรมดา เทคโนโลยีนี้เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับการฝึกสอนและการฝึกอบรมในหลากหลายสาขา โดยมีหลายบริษัทโดยเฉพาะในภาคการศึกษาและการค้าปลีกที่ต้องการใช้ VR และความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality AR) เพื่อประโยชน์ของตน นอกจากนี้ยังถูกมองว่าเป็นทรัพยากรที่มีค่าสำหรับช่วยเหลือทีมที่กระจัดกระจายและห่างไกลในการทำงานและความรับผิดชอบให้สำเร็จ ในขอบเขตของการค้า AR/VR ทั่วโลก แอปเพื่อความบันเทิงยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ ในขณะที่การใช้ VR ในการฝึกสอนธุรกิจมีความสำคัญมากขึ้น

การพิจารณาประสิทธิภาพของเทคโนโลยี VR ในการฝึกอบรมในภาคอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพเหล่านี้ เพื่อแก้ไขปัญหา จึงได้มีการพัฒนาแนวทางการประเมินที่ครอบคลุมเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยี VR ในบริษัทนี้

3.1. ภาพรวมแนวคิด

ภาพรวมแนวคิดที่เราออกแบบโดยการศึกษาและรวบรวมวิธีการใน ภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ภาพรวมแนวคิด

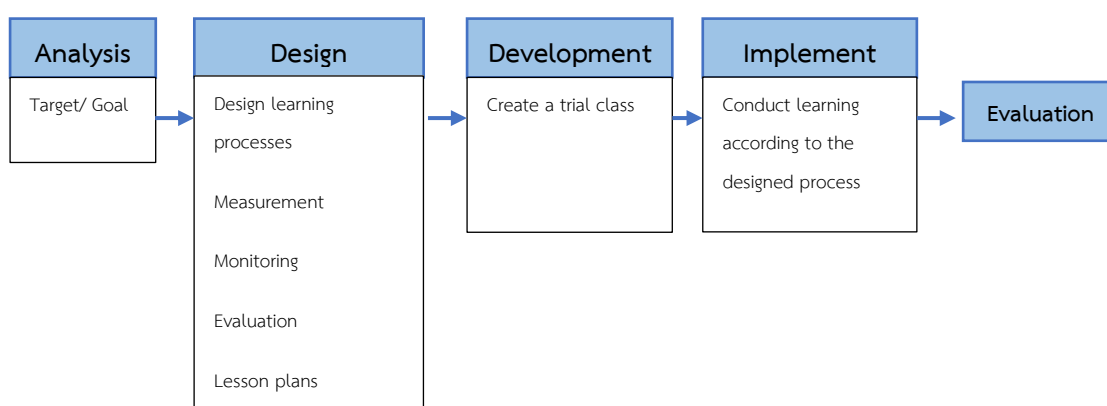
จากภาพที่ 3-1 ในช่วงแรกของการศึกษาทำให้เกิดการพัฒนาภาพรวมแนวคิดดังแสดงในภาพที่ 3-1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นกรอบในการศึกษา จากนั้นจึงรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและจัดหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุไว้ในระเบียบวิธีของบทที่สอง ขั้นตอนต่อไปสำหรับนักวิจัยคือการกำหนดแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อจำนวนแรงงานที่ต้องใช้ในการทดลอง

แนวทางการทดลองดำเนินการโดยมีส่วนร่วมของนักศึกษา 10 คนจากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ซึ่งทั้งหมดลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ผู้เข้าร่วมถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมดูวิดีโอ ขณะที่กลุ่มทดลองเข้าร่วม การทดลองเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างได้รับการประเมินตามช่วงเวลาที่แตกต่างกันสามช่วง สามวัน ห้าวัน และเจ็ดวัน

ผลการทดลองบ่งชี้ว่ากลุ่มทดลองแสดงผลการเรียนรู้ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองทำการทดลองเสมือนจริงและรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมที่สร้างโดยโปรแกรม จากนั้น ข้อมูลนี้จะถูก

บันทึกไว้ในไฟล์ข้อความ ซึ่งกลุ่มทดลองจะตรวจสอบในภายหลังเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ VR กลุ่มทดลองได้ทำการวัดสองประเภท พฤติกรรมนิยมและบันทึกกิจกรรมของกิจกรรมระหว่างประสบการณ์ VR

ตามภาพรวมแนวคิดที่แสดงในภาพที่ 3-1 ผู้เขียนได้พัฒนาเทคนิคตามแบบจำลอง ADDIE ซึ่งเป็นกรอบที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และการพัฒนาอย่างเป็นระบบ แนวทางนี้ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งเวลาและทรัพยากร ได้อธิบายไว้ในส่วนแรกของงาน



ภาพที่ 3-2 Implementation of ADDIE Model

จากภาพที่ 3-2 แสดงห้าขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการระบุสาเหตุของปัญหา ดังนี้

1. การวิเคราะห์

เรากำหนดเป้าหมายโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักศึกษามหาวิทยาลัย และถึงแม้จะไม่มีความรู้มาก่อน เราก็สามารถได้รับผลลัพธ์ที่เหมาะสมเนื่องจากประสิทธิภาพของข้อบังคับหลักสูตรการฝึกสอน อาจมีองค์ประกอบที่เอื้อต่อความสำเร็จในการฝึกอบรม เช่น ความกระตือรือร้นของนักเรียนหรือทักษะในเนื้อหาวิชานั้นๆ ควรใช้ VR ในการฝึกอบรม และควรค้นหานักเรียนที่มีพื้นฐานด้านนี้

2. ออกแบบ

กระบวนการเรียนรู้ได้รับการออกแบบในลักษณะที่เข้าใจง่าย ไม่ใช่เรื่องยากเกินควร เช่น แอปพลิเคชันทางเทคโนโลยีทั้งหมดต้องการข้อมูลจากผู้ใช้งานว่าพวกเขาพอใจกับการทำงานของระบบมากน้อยเพียงใด ประสิทธิภาพของระบบในการช่วยเหลือผู้ใช้ในการบรรลุวัตถุประสงค์นั้นวัดได้อย่างเหมาะสม เช่นเดียวกับประสิทธิผลในการบรรลุวัตถุประสงค์ของงาน สามารถรวบรวมข้อมูลระหว่าง

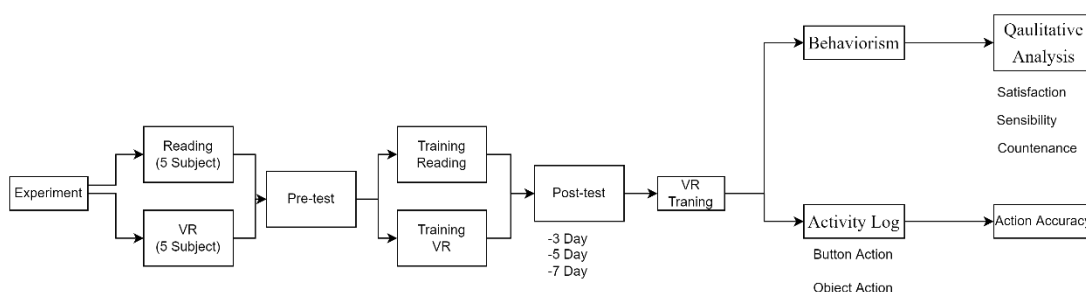
และหลังจากที่ผู้ใช้ได้ตอบกับระบบผ่านการสังเกตและการป้อนข้อมูลจากระบบ เช่นเดียวกับเมื่อผู้ใช้ดำเนินการกับระบบเสร็จแล้ว

3. การพัฒนา

ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างชั้นเรียนทดลองเพื่อวัตถุประสงค์ในการพัฒนาสื่อการสอนในห้องเรียน เราให้ความสำคัญกับสื่อการเรียนการสอน จำเป็นต้องผลิตสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปเรียนรู้นอกห้องเรียน เช่น PowerPoint และ VDO ตลอดจนตรวจสอบผลลัพธ์และคุณภาพของการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้ ในการทำเช่นนั้น จะมุ่งเน้นไปที่สองด้าน การทำงาน (สร้างผลลัพธ์หรือผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย) และอารมณ์ (ตอบสนองต่อความคาดหวัง) (สร้างความประหลาดใจหรือความรู้สึกเป็นแรงบันดาลใจ)

4. ดำเนินการ

ดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องดำเนินการอย่างราบรื่นเพื่อให้บรรลุการดูแลและรักษามาตรฐานการเรียนการสอน สิ่งนี้อาจสำเร็จได้โดยทำตามขั้นตอนการออกแบบและวางแผน ด้วยเหตุนี้เราจึงมีผู้ประสานงานสำหรับแต่ละหลักสูตรและดูแลการฝึกอบรมที่จะช่วยในการอำนวยความสะดวกและประสานงานของหลักสูตร การติดตามผลแผนการสอนและผลการสอน ตลอดจนการแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เอื้ออำนวยต่อ นักเรียนมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ผู้เขียนจึงกำหนดเทคนิคให้กับผู้เข้าร่วมแต่ละคน



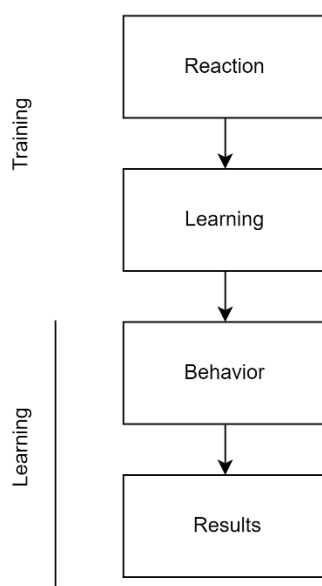
ภาพที่ 3-3 ผู้เข้าร่วมจะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติตามขั้นตอน

จากภาพที่ 3-3 แสดงถึงวิธีการทดลองประกอบด้วยการมีส่วนร่วมของนักศึกษา 10 คน จากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ซึ่งทุกคนลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ นักเรียนเหล่านี้ถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เป็นกลุ่มควบคุม

- กลุ่มควบคุมดูวิดีโอ ขณะที่กลุ่มทดลองเข้าร่วมการทดลองเสมือนจริง

- กลุ่มตัวอย่างได้รับการประเมินตามช่วงเวลาที่แตกต่างกันสามช่วง สามวัน ห้าวัน และเจ็ดวัน

และได้มีการเตรียมพร้อมสำหรับความจริงเสมือน ในการเตรียมตัวสำหรับการฝึกอบรม ความเป็นจริงเสมือน ผู้เข้าร่วมจะต้องทำความเข้าใจพื้นฐานในหัวข้อที่จะครอบคลุมในการฝึกอบรม สำหรับผู้เข้าร่วมที่ทำการอ่านจากคู่มือ ผู้เข้าร่วมในส่วนการอ่านเพื่อการสอนจะต้องอ่านคู่มืออย่างละเอียดและทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับอุปกรณ์เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับช่วงเวลาการประเมิน พวกเขาควรมีความเข้าใจพื้นฐานในหัวข้อที่จะครอบคลุมในการฝึกอบรม การประเมินนี้จะวัดระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมที่มีต่อการเรียนรู้ ผู้เข้าอบรมจะประเมินผลงานด้วยตนเอง คะแนนสูงในด้านนี้บ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความมั่นใจสูงที่จะรักษาความสนใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การฝึกอบรมและการพัฒนาองค์กร



ภาพที่ 3-4 กระบวนการสร้างแบบจำลอง

จากภาพที่ 3-4 แสดงถึงกระบวนการ Kirkpatrick Model เป็นแนวทางในการประเมินผลการฝึกอบรม กระบวนการ Kirkpatrick Model แบ่งออกเป็นสี่ระดับ ดังนี้

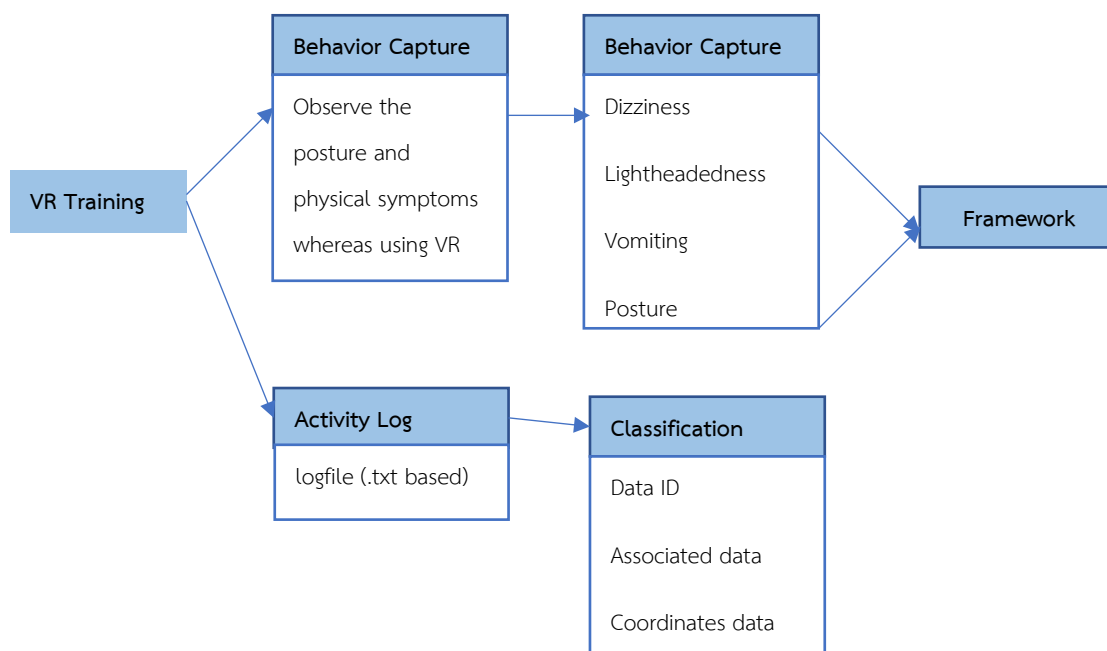
ปฏิกิริยา การประเมินปฏิกิริยาของผู้เข้าร่วมและการมีส่วนร่วมในห้องเรียนดำเนินการโดยการสังเกตปัจจัยต่างๆ เช่น ความสามารถในการตอบคำถาม ถามคำถาม และทำงานให้เสร็จ

การเรียนรู้ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เข้าอบรม โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน การแสดงบทบาทสมมติ และกิจกรรมอื่นๆ

พฤติกรรม ประเมินการประยุกต์ใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และพฤติกรรมที่ได้รับ ระหว่างการฝึกอบรมผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น การสัมภาษณ์กระบวนการคิด การกำหนดโครงการ และ กิจกรรมอื่นๆ ที่สะท้อนทัศนคติที่ได้รับระหว่างกระบวนการเรียนรู้

ผลลัพธ์ ประสิทธิภาพของการฝึกอบรมได้รับการประเมินโดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เข้าร่วมในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นผ่านการสัมภาษณ์ แบบสอบถาม ผลลัพธ์ของ โครงการ การมอบหมาย และกิจกรรมอื่นๆ

วิธีการฝึกอบรมได้รับการพัฒนาขึ้นจากการกำหนดกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้ความสามารถบางอย่าง โดยการตรวจสอบเป้าหมาย เนื้อหา เทคนิค และรูปแบบการจัดการ การโค้ช จะตรวจสอบนัยของการกระทำที่มีเหตุผลผ่านการทบทวนเนื้อหาการฝึกอบรมครั้งแรกและ สมบูรณ์ที่สุด ตลอดจนการรับรู้ถึงเทคนิคและมาตรฐานที่ใช้ใน สนามตามประสบการณ์ส่วนตัว เทคนิคนี้ควรคำนึงถึงลักษณะเฉพาะและเอกลักษณ์ของสภาพแวดล้อมที่ใช้ มีกลยุทธ์ที่หลากหลายในการพัฒนาความสามารถพิเศษบางอย่าง ในทางกลับกัน ปัญหาที่ตามมาหลังการปฏิบัติเศรษฐกิจคือ ความจริงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ บังคับให้ต้องค้นหาและปรับใช้โซลูชันที่เป็นนวัตกรรมซึ่งปรับให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบันโดยเฉพาะ

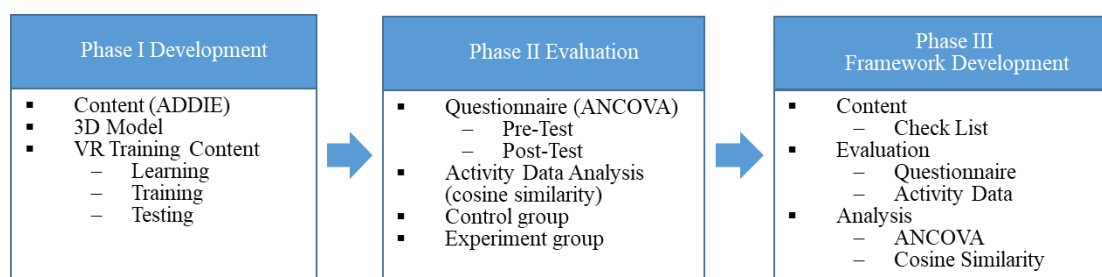


ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3-5 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ได้รับการพัฒนาเพื่อให้หลักสูตรและการฝึกอบรมที่กำหนดเป้าหมายตามความต้องการเฉพาะของอุตสาหกรรม มีการปฏิบัติตามองค์ประกอบหลักเพื่อให้แน่ใจว่าใช้งานได้จริง

3.2. ภาพรวมแนวทาง

กรอบการประเมินแบบองค์รวมต้องดูการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรมโดยใช้เทคโนโลยี VR โดยรวม ซึ่งหมายความว่าต้องมีการติดตามกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้น คือ การพัฒนาเนื้อหา เราสร้างแนวทางของเราใน 3 ระยะ ได้แก่ การพัฒนาระยะที่ 1 การประเมินระยะที่ 2 และการพัฒนารอบงานระยะที่ 2 ในขณะที่ระยะที่ 1 อุทิศให้กับการพัฒนาเนื้อหา ระยะที่ 2 อุทิศให้กับการวิเคราะห์และการประเมินตามแนวทางทางสถิติ และระยะที่ 3 อุทิศให้กับกรอบการทำงาน การพัฒนา ภาพที่ 3-6 แสดงภาพรวมของแนวทางของเรา



ภาพที่ 3-6 ภาพรวมแนวทางของกรอบการประเมินแบบองค์รวม

ภาพที่ 3-6 แสดงภาพรวมของแนวทางของเรา ในระยะที่ 1 เนื้อหาที่จำเป็นถูกสร้างขึ้นภายใต้แนวทาง ADDIE ซึ่งเป็น แนวทางการสอน ที่รู้จักกันดี ระบบการฝึกอบรม VR สำหรับอุตสาหกรรมประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก ได้แก่ โมดูลการเรียนรู้ โมดูลการฝึกอบรม และโมดูลการทดสอบ สภาพแวดล้อมการฝึกอบรมนี้สร้างและจำลองโดยใช้ วัตถุเสมือนจริง 3 มิติ ดังนั้นพวกเขาจึงสามารถสร้างประสบการณ์การฝึกอบรมที่เหมือนจริงได้ ในการทดลองของเรา กลุ่มตัวอย่างของโครงการวิจัยนี้ คัดเลือกด้วยการสุ่มเข้ากลุ่มที่มีความเท่าเทียมกลุ่มละ 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม (กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง) ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชั้นปีที่ 4 ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรม 4.0 รวมถึงอุตสาหกรรมอัตโนมัติมาแล้ว มีประสบการณ์มากพอในการตัดสินใจการใช้งานระบบ ฝึกปฏิบัติแบบ VR อย่างมีวิจารณญาณ และสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์การฝึกปฏิบัติได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล และมีความน่าเชื่อถือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 10 คนนั้น ได้มาจากการเทียบเคียงการศึกษาผลงานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายกันของ (Tugsy

1998) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ VR เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกปฏิบัติ และใช้วิธีการสุ่มเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างได้จำนวน 10 คน และงานวิจัยของ (McKinney, Dbeis et al. 2022) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ VR เพื่อการผ่าตัดหัตถ์เข้าพลาสติก และใช้วิธีการสุ่มเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างได้จำนวน 11 คนเพื่อเข้าร่วมการวิจัย ประกอบกับข้อจำกัดด้านทรัพยากรที่ใช้ในการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัยที่มีราคาแพงมากและมีจำนวนจำกัด จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ที่ยังได้ผลที่น่าเชื่อถือในทางสถิติ โดยในโครงการวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ได้จะได้รับแบบสอบถามเพื่อเข้าร่วมโครงการจากผู้ช่วยวิจัย ซึ่งคัดเลือกจากแบบสอบถามความสนใจและยืนยันเข้าร่วมโครงการจำนวน 10 คน โดยเป็นการคาดการณ์กลุ่มตัวอย่างล่วงหน้า ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้จะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเข้าร่วมกิจกรรมอย่างแน่นอนตามข้อตกลง โดยไม่จำเป็นต้องมีการเผื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างไว้

ในระยะที่ 2 ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผู้เข้าร่วมจะได้รับแบบสำรวจผ่านทางออนไลน์ด้วยระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) หากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยยินดียินดีตอบแบบสอบถาม ท่านจะได้กรอกข้อมูลในแบบสอบถามที่ประกอบด้วย 5 ส่วน รวม 75 ข้อ ซึ่งจะใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที โดยประมาณและจะมีการจำแนกกลุ่มควบคุมซึ่งจะทำการดูวิดีโอสอนปฏิบัติและทำการทดสอบ และสังเกตพฤติกรรมการฝึกปฏิบัติของผู้ทดสอบ และกลุ่มทดลองทำการฝึกปฏิบัติด้วย VR มีการเก็บข้อมูลจากไฟล์ข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการบันทึกที่ได้จากโปรแกรม VR ซึ่งจะอยู่ในรูปไฟล์นามสกุล .txt และการสังเกตพฤติกรรมการฝึกปฏิบัติของผู้ทดสอบ โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อใช้ในการสร้างกรอบการวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐานสำหรับการฝึกปฏิบัติด้วย VR จากนั้นเราวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมด้วยวิธีทางสถิติที่เหมาะสม

ในระยะที่ 3 ได้มีการจัดทำกรอบการประเมินแบบองค์รวม ในขั้นตอนนี้ เราได้วิเคราะห์แนวทางทั้งหมดและเสนอแนะกรอบการประเมินแบบองค์รวมสำหรับการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม โดยใช้เทคโนโลยี VR คำแนะนำของเรามีตั้งแต่การสร้างเนื้อหาไปจนถึงการประเมินการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ รวมถึงการวิเคราะห์ทางสถิติที่จำเป็น

3.3. การวิเคราะห์ก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบ

ในกรณีที่ต้องประเมินว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมปรับปรุงการฝึกอบรมอย่างไรโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เราตัดสินใจใช้วิธี ANCOVA (การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม) เป็นวิธีการทางสถิติที่มักใช้ในการออกแบบก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการแทรกแซงที่มีต่อตัวแปรตาม (Wang, Wang et al. 2020) ด้วยการควบคุมผลของการวัดก่อนการทดสอบ ANCOVA ช่วยให้นักวิจัยสามารถแยกผลกระทบของสิ่งแทรกแซงและพิจารณาว่ามีผลกระทบที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อตัวแปรตามหรือไม่ สิ่งนี้มีประโยชน์

อย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป เนื่องจากช่วยอธิบายความแตกต่างเริ่มต้นระหว่างกลุ่ม แบบจำลอง ANCOVA สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ดังสมการที่ (3-1)

$$\begin{aligned} \text{Posttest scores} &= a + b\text{Group} + c\text{Pretest scores} + e \\ \text{Posttest scores} &= a + b\text{Group} + c\text{Pretest scores} + e \quad (3-1) \end{aligned}$$

เมื่อ คะแนนหลังการทดสอบเป็นตัวแปรตาม

a คือ การสกัดกัน

b คือ ขนาดผลกระทบสำหรับกลุ่มตัวแปรอิสระ (การรักษาเทียบกับกลุ่มควบคุม)

c คือ ขนาดเอฟเฟกต์สำหรับคะแนน Pretest ที่มีความแปรปรวนร่วม

e คือ ระยะข้อผิดพลาด

ในการดำเนินการ ANCOVA ก่อนอื่นเราต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b และ c) และการสกัดกัน (a) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ดังสมการที่ (3-2)

$$\begin{aligned} \text{Adjusted Mean} &= \text{Mean Post} \\ &+ (\text{Regression Coefficient for Pre}) \\ &* (\text{Mean Pre} - \text{Grand Mean Pre}) \end{aligned} \quad (3-2)$$

เมื่อ

Mean Post = ค่าเฉลี่ยของค่า Post สำหรับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

Mean Pre = ค่าเฉลี่ยของค่า Pre สำหรับกลุ่มเฉพาะ

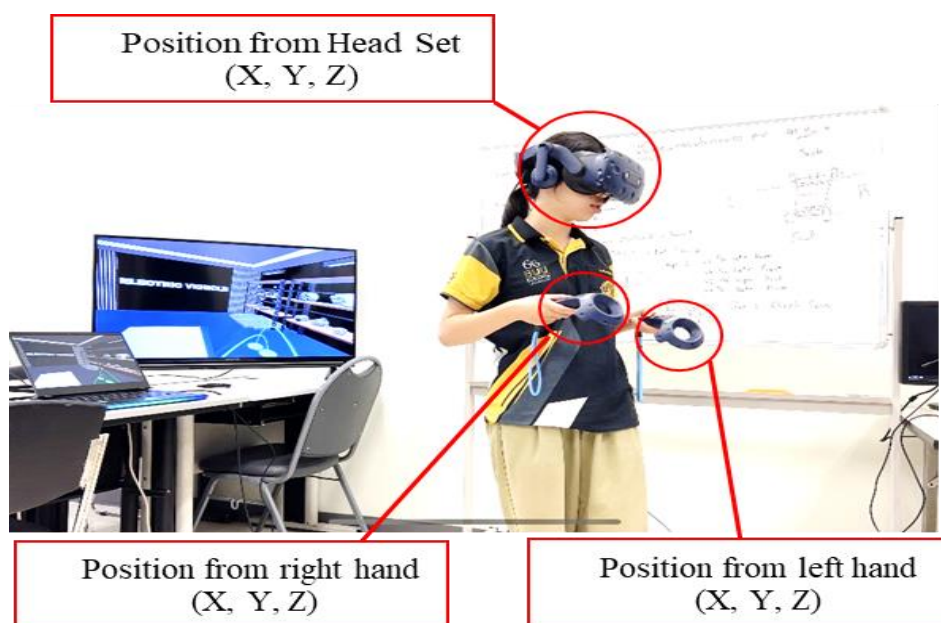
Grand Mean Pre = ค่าเฉลี่ยของค่า Pre สำหรับทุกกลุ่มรวมกัน

3.4. บันทึกกิจกรรม

แอปพลิเคชันการฝึกสอน Unity VR ต้องสร้างไฟล์บันทึก (นามสกุล.txt) เพื่อเก็บบันทึกการเพิ่มให้กับโปรแกรมเมอร์ด้านการศึกษา เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมใช้ข้อมูลอย่างถูกต้อง การสร้างไฟล์บันทึกมีประโยชน์เพราะทำให้การไหลเวียนของข้อมูลคล่องตัวขึ้นและช่วยให้สร้างได้ทันทีโดยอัตโนมัติ ผู้เข้าร่วมการประเมินรูปแบบไม่จำเป็นต้องเขียนอะไรลงในกระดาษหรือกรอกเอกสารสำคัญเพื่อจัดหมวดหมู่ข้อมูล อุปกรณ์ข้อมูลคงที่พร้อมข้อมูลเวลาที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่อุปกรณ์ และทิศทางของร่างกาย ระบบซอฟต์แวร์ Unity มี คอนโซลที่ช่วยให้บันทึกแบบตรวจสอบ

(Debug) ว่าตัวเลือกบางอย่างใช้งานได้กับสคริปต์จำนวนมากที่พัฒนาขึ้นสำหรับกรณีศึกษาหรือไม่ (นำเสนอในเอกสารแนบของวิทยานิพนธ์นี้) คอนโซลนี้ใช้เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับกรณีศึกษา สิ่งนี้ช่วยให้นักพัฒนาสามารถเพิ่มการจัดการและสังเกตวิธีการเพิ่มฉาก VR แบบเรียลไทม์ ตัวอย่างเช่น เมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้ที่อุปกรณ์คลิกที่ปุ่มโต้ตอบและเปลี่ยนค่า รวมถึงความเป็นไปได้อื่นๆ ด้วยเหตุนี้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์อาจพบปัญหาที่เป็นไปได้ อันเป็นผลมาจากข้อความที่แสดง รวมถึงค่าที่อัปเดต

ในสมมติฐานว่าการฝึกอบรมในอุตสาหกรรมเดียวกันจะบังคับให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีการเคลื่อนไหวเหมือนกันในระหว่างการฝึกอบรม หมายความว่าหากเรามีข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้ฝึก เราก็สามารถวัดได้ว่าผู้ฝึกทำการฝึกอย่างไร โดยการวัดความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนไหวของผู้ฝึก และการเคลื่อนไหวของผู้ฝึก ถ้าเหมือนกันก็สรุปได้ว่าการฝึกสำเร็จ ด้วยแนวคิดนี้ เราเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของมือซ้าย มือขวา และหัวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ภาพที่ 3-7 แสดงการเคลื่อนไหวของมือและศีรษะที่รวบรวมไว้ในระบบการฝึก VR



ภาพที่ 3-7 กิจกรรมการรับข้อมูลโดยการจับการเคลื่อนไหวของมือและศีรษะ

จากภาพที่ 3-7 แสดงถึงกิจกรรมการรับข้อมูลโดยการจับการเคลื่อนไหวของมือและศีรษะผ่านระบบซอฟต์แวร์ Unity ที่ช่วยให้สังเกตแบบเรียลไทม์ว่าสภาพแวดล้อม VR ได้ตอบกับผู้ใช้อย่างไร ข้อมูลการติดตามการเคลื่อนไหวของมือซ้าย มือขวา และศีรษะแสดงใน ตารางที่ 3- พิกัด X, Y, Z แสดงถึงตำแหน่งปัจจุบันของมือและศีรษะในระบบพิกัด 3 มิติ

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลจากแอปพลิเคชันการฝึกสอน Unity VR¹

Time	Tracking Name	X	Y	Z
0000	LeftHand_Controller	1.1	2.6	9.1
0000	RightHand_Controller	1.4	4.1	11.5
0000	HMD_Controller	1.3	5.3	10.0
0001	LeftHand_Controller	1.1	2.6	9.0
0001	RightHand_Controller	1.2	3.5	11.2
0001	HMD_Controller	1.2	5.1	10.0
0002	LeftHand_Controller	1.3	2.8	11.7
0002	RightHand_Controller	1.3	3.4	8.8
0002	HMD_Controller	1.2	5.0	10.4

จากตารางที่ 3-1 แสดงถึงตัวอย่างข้อมูลจากแอปพลิเคชันการฝึกสอน Unity VR ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ฝึกปฏิบัติ ในแง่ของการวัดความคล้ายคลึงกัน จะใช้ความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity สูตรระหว่างเวกเตอร์ A และ B สองตัวถูกกำหนดดังสมการที่ 3-3

$$\text{cosine similarity} = (A \cdot B) / (||A|| ||B||) \quad 3-3$$

A และ B คือ เป็นเวกเตอร์สองตัว

$A \cdot B$ คือ ผลคูณดอทของเวกเตอร์ (ผลรวมของผลคูณเชิงองค์ประกอบของเวกเตอร์)

$||A||$ คือ ขนาดของเวกเตอร์ A (รากที่สองของผลรวมกำลังสองขององค์ประกอบ A)

$||B||$ คือ ขนาดของเวกเตอร์ B (รากที่สองของผลรวมกำลังสองขององค์ประกอบ B)

¹ คำชี้แจงความพร้อมใช้งานของข้อมูล <https://github.com/babyboch/Thesis.git> (เข้าถึงเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2566)

3.5. จริยธรรม

ได้รับการอนุมัติจากทั้งคณะวิทยาการสารสนเทศและคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยและผู้เข้าร่วมทั้งหมดให้ความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร ไม่มีการระบุข้อมูลส่วนบุคคลของอาสาสมัครและการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครเป็นความสมัครใจ



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

บทที่ 4

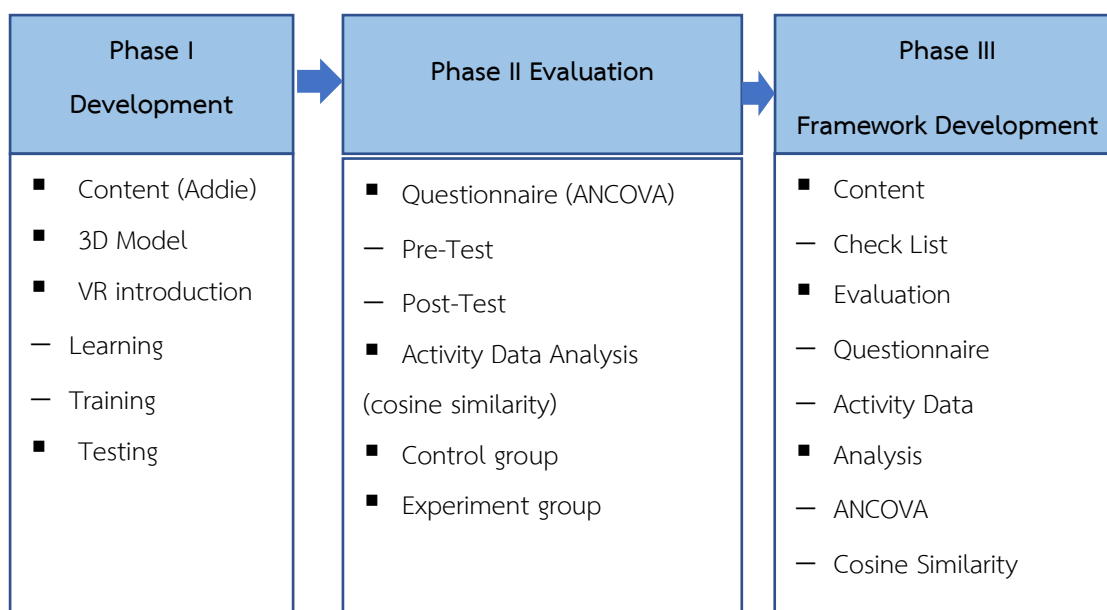
ผลการวิจัย

บทความนี้นำเสนอองค์ประกอบที่จำเป็นและชุดของพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการประเมินความเที่ยงตรงของระบบความเป็นจริงเสมือน (VR) การวัดผลทั้งแบบปรนัยและอัตวิสัยมีไว้สำหรับองค์ประกอบหลักที่จำเป็นสำหรับการสร้างประสบการณ์เสมือนจริง ขั้นตอนเหล่านี้รวมถึง

(1) การพัฒนา - เนื้อหาถูกสร้างขึ้นโดยใช้แบบจำลอง ADDIE เพื่อรวบรวมข้อกำหนดจากผู้ใช้งานและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ในการแนะนำ VR เราได้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ การฝึกอบรม และการทดสอบในโปรแกรม Unity

(2) การประเมินผล - สร้างแบบสอบถามโดยใช้ ANCOVA เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามประกอบการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ และข้อมูลกิจกรรมได้รับการวิเคราะห์โดยใช้ความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ผู้เข้าร่วมถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

(3) การพัฒนารอบการทำงาน (Framework) - เนื้อหาและการประเมินผลได้รับการตรวจสอบโดยใช้รายการตรวจสอบ และการวิเคราะห์หาค่าดำเนินการโดยใช้ ANCOVA และความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity เพื่อสร้างประสบการณ์เสมือนจริงที่มีความแม่นยำสูงในโดเมนต่างๆ

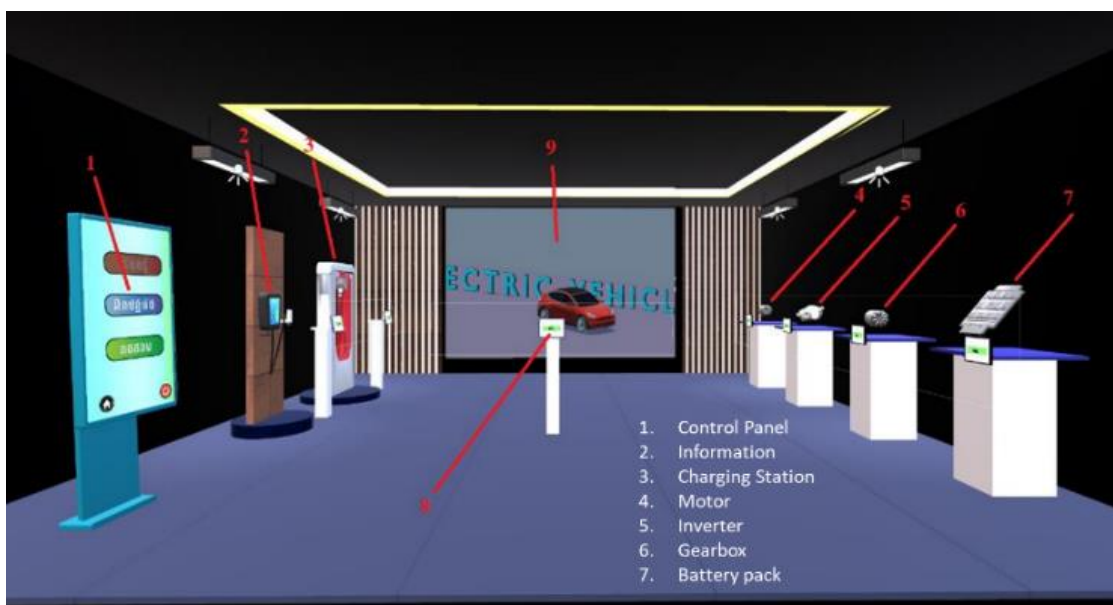


ภาพที่ 4-1 การพัฒนารูปแบบสำหรับการฝึกอบรมอุตสาหกรรมด้วยความเป็นจริงเสมือน

จากภาพที่ 4-1 แสดงถึงเป้าหมายของการศึกษานี้คือการประเมินประสิทธิผลของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) อย่างเป็นทางการจากความสามารถทางชีววิทยาของมนุษย์และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี กรอบงานสำหรับการวิเคราะห์และระดับความถูกต้องขึ้นอยู่กับ การวิจัยปัจจุบันเกี่ยวกับการใช้ VR เพื่อให้ได้ประสบการณ์ VR คุณภาพสูง สิ่งสำคัญคือต้องพิจารณาปัจจัยทั้งสองนี้

4.1. ระยะที่ 1 การพัฒนา

ขั้นตอนการดำเนินการเกี่ยวข้องกับการดำเนินการฝึกอบรมจริงสำหรับทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมได้รับการฝึกอบรมแบบดั้งเดิม เช่น การดูวิดีโอและการอ่านเนื้อหา ขณะที่กลุ่มทดลองเข้าร่วมการฝึกอบรมเสมือนจริงโดยใช้ระบบ VR ที่พัฒนาขึ้นในระยะก่อนหน้านี้ ระบบ VR ได้รับการติดตั้งด้วยคุณสมบัติที่ช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลกิจกรรม เช่น การเคลื่อนไหวของมือและพิกัด ในระหว่างเซสชันการฝึกอบรม ข้อมูลนี้ได้รับการวิเคราะห์ในภายหลังเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของวิธีการฝึกอบรม VR เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมยังได้รับแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อประเมินความเข้าใจและการจดจำเนื้อหา การทดสอบหลังการฝึกมีระยะเวลาต่างกัน 3 ช่วง คือ 3 วัน 5 วัน และ 7 วันหลังการฝึกอบรม เพื่อพิจารณาผลกระทบที่ยั่งยืนของวิธีการฝึกอบรมต่อความรู้และความคงอยู่ของผู้เข้าร่วม



ภาพที่ 4-2 VR สำหรับการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า

ในการจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ส่งผลต่อความแม่นยำ ผู้ตรวจสอบควรกำหนดวัตถุประสงค์ของการจำลอง VR และผลลัพธ์ที่คาดหวังของประสบการณ์ VR ก่อน สิ่งนี้จะช่วยกำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินการจำลอง VR ซึ่งอาจรวมถึงลักษณะต่างๆ เช่น การโต้ตอบทางสายตา การได้ยิน การสัมผัส และการโต้ตอบแบบ 3 มิติ จากนั้นผู้ตรวจสอบ ควรกำหนดน้ำหนักให้กับแต่ละด้านเพื่อพิจารณาว่าองค์ประกอบใดมีความสำคัญต่อความเที่ยงตรงมากที่สุด

4.2. ระยะที่ 2 การประเมิน

ในขั้นตอนนี้คือขั้นตอนและผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ ANCOVA

การวิเคราะห์การถดถอย:

สมการถดถอยสำหรับ Post on Pre และ Group คือ:

$$\text{Post} = 85.4 + 0.79\text{Pre} + 24.8\text{Group}$$

การสกัดกันคือ 85.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับ Pre คือ 0.79 และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับกลุ่มคือ 24.8 ค่า R-squared สำหรับแบบจำลองการถดถอยคือ 0.743 ซึ่งบ่งชี้ว่าแบบจำลองอธิบาย 74.3% ของความแปรปรวนในค่าการ Post

ผลกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยหลังค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยก่อนค่าเฉลี่ยก่อนการปรับค่าเฉลี่ยก่อนปรับ

กลุ่มทดลอง $(130+140+150+120+120)/5 = 132$ 60.0 70 0.79 141.8

กลุ่มควบคุม $(120+90+80+90+110)/5 = 98$ 60.0 80 0.79 93.8

ค่าเฉลี่ยที่ปรับปรุงแล้วสำหรับกลุ่มทดลองคือ 141.8 และค่าเฉลี่ยที่ปรับปรุงแล้วสำหรับกลุ่มควบคุมคือ 93.8

เราประเมินการทดลองที่ดำเนินการข้างต้น ผลการประเมินก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบด้วยวิธี ANCOVA แสดงไว้ใน ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินก่อนการทดสอบ/หลังการทดสอบด้วยวิธี ANCOVA

Group	Post	Pre
Treat	130	90
Treat	140	70
Treat	150	80
Treat	120	30
Treat	120	80
Control	120	30

Ancova Single Factor				
SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
Post	10	1150	115	516.6667
Pre	10	650	65	783.3333

Control	90	100
Control	80	80
Control	90	20
Control	110	70

ANCOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	p-value
Group	1756.8	1	1756.8	71.12	0.00007
Pre	1097.6	1	1097.6	44.43	0.0008
Error	946.2	7	135.2	-	-
Total	5100.6	9	-	-	-

ตาม ตารางที่ 4-1 ตาราง ANCOVA แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทั้งกลุ่มและก่อนการทดสอบมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งบ่งชี้ว่าความแตกต่างของค่าหลังการทดสอบระหว่างกลุ่มนั้นไม่สามารถเกิดจากค่าก่อนการทดสอบเพียงอย่างเดียว และมีนัยสำคัญ ความแตกต่างของค่าหลังการทดสอบระหว่างสองกลุ่ม ค่า F สำหรับปัจจัยกลุ่มคือ 71.12 และค่า F สำหรับปัจจัยก่อนการทดสอบคือ 44.43

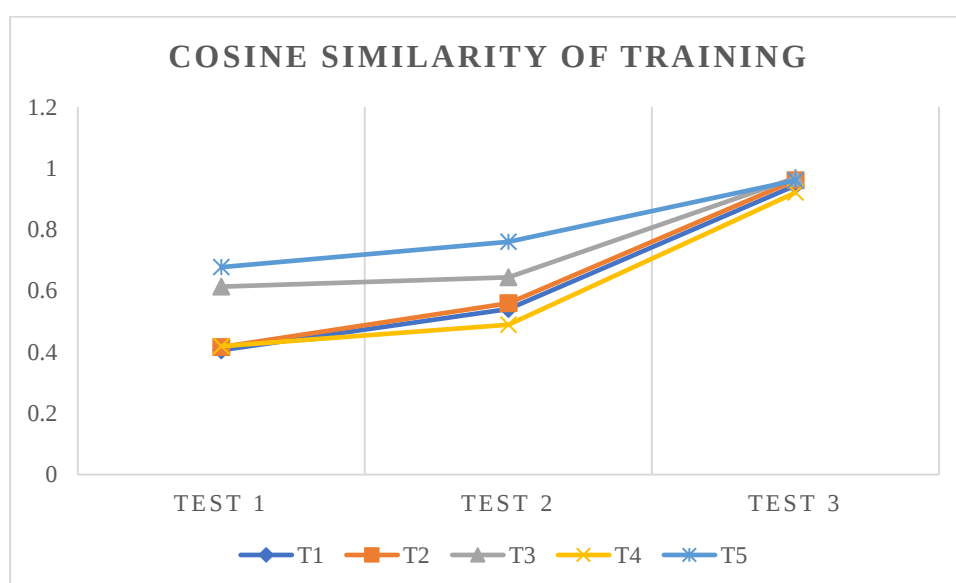
โดยสรุป ผลลัพธ์ของ ANCOVA แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในค่าหลังการทดสอบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แม้ว่าจะมีการควบคุมผลของค่าก่อนการทดสอบแล้วก็ตาม กลุ่มทดลองที่มีค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วสูงกว่ากลุ่มควบคุม ขนาดเอฟเฟกต์มีขนาดใหญ่ ซึ่งบ่งชี้ว่าปัจจัยกลุ่มมีผลอย่างมากต่อค่าหลังการทดสอบ

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวของมือซ้าย มือขวา และศีรษะได้มาจากไฟล์บันทึกกิจกรรมจากระบบการฝึกอบรม VR ข้อมูลนี้ถูกคำนวณด้วยความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ที่กล่าวถึงข้างต้น ค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity อยู่ในช่วงระหว่าง $[-1, 1]$ โดยที่ค่าที่คล้ายคลึงกันมากที่สุดมีค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity เท่ากับ 1 และในทางกลับกัน ตารางที่ 4-2 แสดง ผลความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ระหว่างผู้ฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ตารางที่ 4-2 ค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ระหว่างผู้ฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม

Trainee No.	Test 1	Test 2	Test 3
T1	0.40599331	0.54062305	0.943428
T2	0.416198821	0.559156234	0.960551
T3	0.61330647	0.643767986	0.968441
T4	0.418956826	0.488575314	0.9204
T5	0.676946396	0.759444338	0.960058

จากตารางที่ 4-2 แสดงถึงค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้ง 5 คนแสดงให้เห็นในทิศทางเดียวกันคือ ค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity เป็นค่าบวกทั้งหมด ซึ่งบ่งชี้ว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมทุกคนมีความคล้ายคลึงกันในคะแนนการทดสอบของตนในระดับหนึ่ง



ภาพที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ของผู้ฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ตามแผนภูมิที่แสดงในภาพที่ 4-3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity สูงสุดคือ T2 และ T5 โดยมีค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity เท่ากับ 0.9955 ซึ่งแสดงว่าคะแนนการทดสอบของพวกเขากลับเคียงกันมาก ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity ต่ำที่สุดคือ T3 และ T4 โดยมีค่าความคล้ายคลึงกันของ Cosine similarity เท่ากับ 0.9621 ซึ่งบ่งชี้ว่าคะแนนการทดสอบของพวกเขาค่อนข้างแตกต่างกัน

ในแง่ของการประเมินการใช้งาน ระบบจะใช้มาตราส่วนการใช้นาระบบ (SUS) เพื่อรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วม SUS เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและเชื่อถือได้สำหรับการประเมินการใช้งาน เนื่องจากมีการใช้ในการศึกษาจำนวนมากและได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นการวัดความสามารถในการใช้งานที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ (Brooke 1995, Brooke 2013, T 2017) แบบสอบถามประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อที่ประเมินการรับรู้ของผู้ใช้เกี่ยวกับความง่ายในการใช้งาน ความสามารถในการเรียนรู้ และความพึงพอใจ ผู้เข้าร่วมถูกขอให้ให้คะแนนข้อตกลงกับแต่ละข้อความในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง (5) เห็นด้วย (4) เฉยๆ (3) ไม่เห็นด้วย (2) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) คะแนนรวมของ SUS คือ 100 และคะแนนเฉลี่ย 77.5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี คะแนนจะคำนวณโดยนำคะแนนทั้ง 10 ข้อมารวมกันแล้วแปลงคะแนนรวมเป็นร้อยละ คะแนนมีตั้งแต่ 0 ถึง 100 โดยคะแนนมากกว่า 68 ถือว่าดี คะแนน SUS คำนวณเป็น $(X + Y) \times 2.5$ โดยที่ X คือผลรวมของคะแนนสำหรับคำถามเลขคี่ทั้งหมดลบด้วย 5 และ Y คือ 25 ลบผลรวมของคะแนนสำหรับคำถามเลขคู่ทั้งหมด

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบการใช้อัตราส่วนการใช้งานระบบ (SUS)

Questions	5	4	3	2	1	Total	Mean
I think that I would like to use this website frequently.	3	7				10	5 Very Highly Satisfied
I found the website unnecessarily complex.	1	7	1	1		10	1 Unsatisfied
I thought the website was easy to use.	5	4	1			10	4 Highly Satisfied
I think that I would need the support of a technical person to be able to use this website.	3	5	2			10	3 Moderately Satisfied
I found the various functions in this website were well integrated.	4	6				10	5 Very Highly Satisfied
I thought there was too much inconsistency in this website.	3	3	2	2		10	2.5 Less Satisfied
I would imagine that most people would learn to use this website very quickly.	4	5	1			10	4 Highly Satisfied

Questions	5	4	3	2	1	Total	Mean
I found the website very cumbersome to use.	3	2	2	3		10	2.5 Less Satisfied
I felt very confident using the website.	4	6				10	5 Very Highly Satisfied
I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.	3	6	1			10	3 Moderately Satisfied
Rating Scale							
4.20 – 5.00	Very Highly Satisfied						
3.40 – 4.19	Highly Satisfied						
2.60 – 3.39	Moderately Satisfied						
1.80 – 2.59	Less Satisfied						
1.00 – 1.79	Unsatisfied						

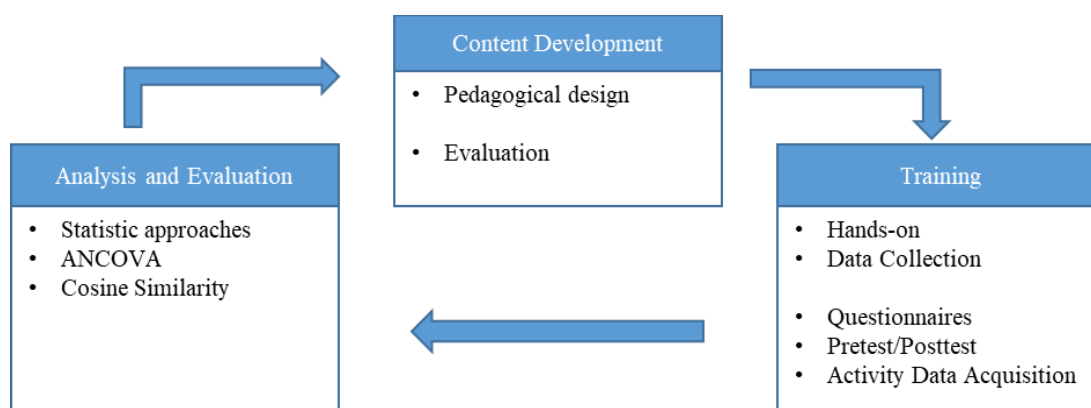
จากตารางที่ 4-3 แสดงตารางข้อคำถามที่ได้ให้ผู้เข้าร่วมทำการทดสอบเพื่อวัดความยากง่ายของการใช้งานในระบบ และ System Usability Scale (SUS) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4-1

$$\begin{aligned}
 X &= \text{Sum of the points for all odd – numbered questions} - 5 \\
 Y &= 25 - \text{Sum of the points for all even – numbered questions} \\
 \text{SUS Score} &= (X + Y) * 2.5
 \end{aligned}
 \tag{4-1}$$

คะแนน SUS ที่คำนวณสำหรับ EV Training คือ 77.5 คะแนนนี้บ่งชี้ว่าความสามารถในการใช้งานของ EV Training นั้นสูงกว่าค่าเฉลี่ย

4.3. ระยะที่ 3 การพัฒนารอบ

กรอบงานที่นำเสนอนี้ออกแบบมาเพื่อประเมินโปรแกรมการฝึกอบรม VR อย่างครอบคลุม โดยคำนึงถึงทุกแง่มุมของกระบวนการฝึกอบรม ตั้งแต่การสร้างเนื้อหาไปจนถึงการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนการพัฒนาเกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อหาที่มีโครงสร้างสำหรับการฝึกอบรม VR โดยอิงจากหลักการสอนและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการ โดยใช้รายการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีองค์ประกอบที่จำเป็นทั้งหมดรวมอยู่ด้วย ในระหว่างขั้นตอนการฝึกอบรม สามารถใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น แบบสอบถาม การทดสอบก่อนและหลัง รวมถึงการเก็บข้อมูลกิจกรรม จากนั้นสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้โดยใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม เช่น ANCOVA สำหรับข้อมูลก่อนและหลังการทดสอบ และความคล้ายคลึงของ Cosine similarity สำหรับข้อมูลกิจกรรม กรอบการทำงานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุด้านต่างๆ สำหรับการพัฒนาทักษะในการฝึกอบรมภาคอุตสาหกรรม และจัดทำประเมินผลที่ครอบคลุมของโปรแกรมการฝึกอบรม VR



ภาพที่ 4-4 กรอบการประเมินแบบองค์รวมสำหรับการฝึกอบรม VR เชิงอุตสาหกรรม

จากภาพที่ 4-4 แสดงถึงกรอบการประเมินแบบองค์รวมสำหรับการฝึกอบรม VR เชิงอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วยสามขั้นตอนที่สำคัญ การออกแบบเนื้อหา การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการปฏิบัติ และการประเมิน ขั้นตอนการออกแบบเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการสร้างและกำหนดรูปแบบเนื้อหาการฝึกอบรม ในขณะที่การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการปฏิบัติเกี่ยวข้องกับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดประสิทธิผลของการฝึกอบรม ขั้นตอนสุดท้าย การประเมินผล จะรวมการประเมินโดยรวมของโปรแกรมการฝึกอบรมโดยพิจารณาทั้งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการฝึกปฏิบัติ และข้อเสนอแนะจากผู้เข้ารับการฝึกอบรม และได้มีการอธิบายขั้นตอนดังกล่าว ดังนี้

4.3.1. Content Development

ในขั้นตอนแรกของการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) นั้นคือการสร้างเนื้อหาที่เหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติ ซึ่งต้องวิเคราะห์จากความต้องการ 2 ส่วนที่สำคัญคือลักษณะของเนื้อหาที่ต้องการฝึกปฏิบัติ และความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน โดยในขั้นตอนแรกของกรอบการทำงานนี้ จะเป็นการตรวจสอบว่า เนื้อหาที่ใช้นั้น ได้รับการออกแบบที่เหมาะสมตรงกับทักษะที่ผู้ฝึกปฏิบัติจะได้รับ รวมไปถึงการเลือกใช้แพลตฟอร์มในการสร้างเนื้อหา VR ที่เหมาะสม สามารถกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูลการฝึกปฏิบัติที่สำคัญได้

4.3.3.1. Pedagogical Design and Evaluation

เกณฑ์:

1. การวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
2. การวิเคราะห์ประเภทการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน
3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ได้ของเนื้อหา
4. การออกแบบบทเรียนการฝึกปฏิบัติให้เหมาะสม (การกำหนดจุดที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม)
5. การออกแบบโมเดล 3 มิติที่เหมาะสม
6. การเขียนโปรแกรมสำหรับการกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 4-4 กิจกรรมและการประเมิน Pedagogical Design and Evaluation

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. การวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน		
1.1 ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้		
1.2 ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์ VR เบื้องต้นได้		
2. การวิเคราะห์ประเภทการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน		
2.1 เนื้อหาเป็นแบบที่ต้องฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำ		
2.2 ผู้เรียนต้องมีการฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำจริง		
3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ได้ของเนื้อหา		
3.1 Immersion		
3.2 ผลลัพธ์การเรียนรู้		

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
3.3. ประสิทธิภาพผู้ใช้		
3.4. การใช้งาน		
3.5. ความคุ้มค่า		
4. การออกแบบบทเรียนการฝึกปฏิบัติให้เหมาะสม (การกำหนดจุดที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม)		
4.1 วัตถุประสงค์ของบทเรียน		
4.2 สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุน		
4.3 ใช้กลยุทธ์การสอนที่หลากหลาย		
4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทเรียน		
5. การออกแบบโมเดล 3 มิติที่เหมาะสม		
5.1 ความสมจริง		
5.2 การโต้ตอบ		
5.3 คำติชม		
5.4 เอกสารประกอบ		
6. การเขียนโปรแกรมสำหรับการกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูล		
6.1 เลือกแพลตฟอร์มการพัฒนา VR		
6.2 สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง		
6.3 ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้		
6.4 รวบรวมข้อมูล		
6.5 จัดเก็บข้อมูล		
6.6 วิเคราะห์ข้อมูล		

4.3.2. Training

ขั้นตอนที่สองของการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติเสมือนจริง (VR) เกี่ยวข้องกับการฝึกเนื้อหาที่ออกแบบจริงและการรวบรวมข้อมูลของนักเรียน ขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบว่าทักษะที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาที่ออกแบบไว้

ในระหว่างขั้นตอนนี้ สิ่งสำคัญคือต้องรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการโต้ตอบหลักในการปฏิบัติ เช่น จำนวนความพยายามที่ผู้ประกอบวิชาชีพใช้ในการทำงานให้สำเร็จ หรือเวลาที่ใช้เพื่อให้งานสำเร็จ ข้อมูลนี้สามารถใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติ VR

นอกจากนี้ยังสามารถรวบรวมข้อมูลจากแพลตฟอร์มที่เหมาะสมเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของแนวทางปฏิบัติ VR ตัวอย่างเช่น หากการปฏิบัติ VR ได้รับการออกแบบมาเพื่อปรับปรุงทักษะการสื่อสาร สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจำลอง

โดยรวมแล้ว ขั้นตอนที่สองของการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติ VR เป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาว่าเนื้อหาที่ออกแบบนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ และบรรลุผลลัพธ์ที่ต้องการหรือไม่

4.3.3.1. ลงมือปฏิบัติ

เกณฑ์:

1. เวลาที่เสร็จสิ้นงาน
2. อัตราข้อผิดพลาด
3. อัตราการรักษาไว้
4. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วม
5. การประเมินผลการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4-5 กิจกรรมและการประเมิน: ลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. แอปพลิเคชันสำหรับการฝึก		
1.1 คำแนะนำสำหรับเนื้อหา		
1.2 คำแนะนำสำหรับการฝึกปฏิบัติ		
2. การทดสอบ		
2.1 เวลาที่เสร็จสิ้นงาน		

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
2.2 อัตราข้อผิดพลาด		
2.3 อัตราการรักษาความรู้ไว้		
3. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วม		
3.1 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน		
3.2 ด้านเนื้อหาภายในแอปพลิเคชัน		
4. การประเมินผลการปฏิบัติงาน		
4.1 PRE-Test		
4.2 POST-Test		
4.3 Questionnaires		
5. การเก็บข้อมูล		
5.1 เก็บข้อมูลตำแหน่งของมือและศรีษะ		
5.2 เก็บข้อมูลเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุด		
5.3 เก็บข้อมูลผลลัพธ์การทดสอบ		
5.4 เก็บข้อมูล System Usability Scale		
5.5 เก็บข้อมูลความแม่นยำของวัตถุ		
5.6 การรวมข้อมูลในรูปแบบของ Dataset		

4.3.3.2. การรวบรวมข้อมูล

เกณฑ์:

1. ก่อนการฝึกปฏิบัติ
2. ระหว่างการฝึกปฏิบัติ
3. หลังการฝึกปฏิบัติ

ตารางที่ 4-6 กิจกรรมและการประเมิน: การรวบรวมข้อมูล

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. ก่อนการฝึกปฏิบัติ		
1.1 แบบสอบถามทั่วไปสำหรับผู้เรียน		
1.2 แบบสอบถามความใกล้ชิดของเทคโนโลยี		
2. ระหว่างการฝึกปฏิบัติ		
2.1 PRE-Test		
2.2 POST-Test		
2.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลหลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรม		
3. หลังการฝึกปฏิบัติ		
3.1 บันทึกผลการฝึกปฏิบัติ		
3.2 ผลการฝึกปฏิบัติจากโปรแกรม		
3.3 ผลการฝึกปฏิบัติจากแบบสอบถาม		

4.3.3. Analysis and Evaluation

ในขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) นั้น คือการวิเคราะห์และประเมินผลของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) ซึ่งต้องวิเคราะห์ 2 ส่วนที่สำคัญคือ การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล และการวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity โดยในขั้นตอนสุดท้ายของกรอบการทำงานนี้ จะเป็นการวิเคราะห์และประเมินผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้

4.3.3.1. การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล

เกณฑ์:

1. ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
3. ANCOVA

ตารางที่ 4-7 กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้		
1.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
1.2 การวิเคราะห์รายการ		
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน		
2.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง		
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)		
3.1 การทดสอบ F		
3.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
3.3 เปรียบเทียบความแปรผันระหว่างกลุ่มกับความผันแปรภายในกลุ่ม		

4.3.3.2. การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity

เกณฑ์:

1. การเก็บข้อมูล Activity data มือซ้าย มือขวา ศรีษะ
2. การจัดการกับ Missing data
3. การทำการ combine ข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย ขวา และศรีษะให้เป็น Dataset
4. การทำการเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึง
5. การทำการทดสอบ 3 ครั้ง และเทียบ 3 ครั้งในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน
6. การเปรียบเทียบความคล้าย

ตารางที่ 4-8 กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine

Similarity

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. การเก็บข้อมูล		
2. การจัดการกับ Missing data		
3. การทำการ combine ข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย ขวา และศรีษะให้เป็น Dataset		
4. การทำการเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึง		
5. การทำการทดสอบ 3 ครั้ง และเทียบ 3 ครั้งในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน		
6. การเปรียบเทียบความคล้าย		

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผล

5.1. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างวิธีการมาตรฐานในการประเมินประสิทธิผลของการฝึกอบรมเสมือนจริง (VR) เพื่อพิจารณาว่าสามารถวัดผลและปรับปรุงผลการเรียนรู้ได้หรือไม่ การฝึกอบรม VR ได้รับการแสดงเพื่อพิสูจน์กระบวนการเรียนรู้และเพิ่มความเข้าใจในหัวข้อต่างๆ วิธีการวัดประสิทธิภาพของการฝึกอบรม VR อาจเป็นประโยชน์สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของการศึกษาบน VR แม้ว่าเทคโนโลยี VR จะมีความก้าวหน้าในด้านการสร้างประสบการณ์ภาพและการได้ยินที่ชวนดื่มด่ำ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในด้านความสามารถในการกระตุ้นประสาทสัมผัสอื่นๆ เช่น การสัมผัส การรับรส และการดมกลิ่น (Melo, Goncalves et al. 2022) มีความพยายามที่จะพัฒนาระบบ VR ที่กระตุ้นความรู้สึกเพิ่มเติม แต่สิ่งเหล่านี้ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาและยังไม่ได้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง จำเป็นต้องมีการวิจัยและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มเติมเพื่อเอาชนะความท้าทายในการพัฒนาระบบประสาทสัมผัสเพิ่มเติมเหล่านี้

กรอบการประเมินสำหรับการฝึกอบรมทางอุตสาหกรรมโดยใช้ความจริงเสมือน (VR) สามารถประเมินความสำเร็จของการฝึกอบรม VR และอาจปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้สำหรับนักเรียนโดยลดระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกฝนและเพิ่มความเพลิดเพลินในการเรียนรู้ โมเดลการประเมินที่แนะนำมีประโยชน์หลายประการและสรุปแนวคิดอย่างครอบคลุม ทำให้ง่ายต่อการกำหนดมาตรฐานการฝึกอบรมโดยใช้ VR วิธีนี้ซึ่งอิงตามกรอบการทำงานก่อนหน้านี้และง่ายสำหรับผู้ปฏิบัติงานในการดำเนินการ ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมที่ใช้ VR สามารถวางแผนและจัดการฝึกอบรมอุตสาหกรรมที่ใช้ VR ได้

5.2. สรุปผล

กรอบการประเมินสำหรับการฝึกอบรมด้านอุตสาหกรรมที่ใช้ VR นี้สามารถช่วยปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้โดยรวมสำหรับนักเรียน รวมทั้งให้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรม บริษัท และนักวิจัยที่ใช้ VR ด้วยการรวมการประเมินแบบอัตนัยและแบบปรนัย ทำให้มีการประเมินที่ครอบคลุมทั้งผู้ใช้และระบบ VR ช่วยให้ได้รับประสบการณ์การฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเข้าใจถึงผลกระทบของ VR ต่อการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น กรอบการทำงานยังช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสร้างมาตรฐานเกณฑ์มาตรฐานการฝึกอบรมและปรับปรุงสถานการณ์การฝึกอบรมของตนเองโดยใช้ VR ซึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นสำหรับนักเรียนและองค์กร การใช้ VR ในการฝึกอบรมทำให้เกิดโอกาสใหม่ๆ สำหรับ

การเรียนรู้และการพัฒนา และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวัดประสิทธิภาพของการฝึกอบรม VR เพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้ VR อย่างเต็มศักยภาพ

5.3. ข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนต่อไปในการวิจัยนี้อาจเกี่ยวข้องกับการทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของการฝึกอบรม VR ในการใช้งานและอุตสาหกรรมต่างๆ เมื่อใช้การฝึกอบรม VR ในระยะเวลาที่เหมาะสมจะสามารถบรรลุระดับความแม่นยำที่ยอมรับได้และให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับผลกระทบของ VR ต่อการเรียนรู้ การติดตามด้วยมือและระดับความสูงของผู้เล่นเข้ากับประสบการณ์การฝึกอบรม VR จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้และให้ข้อมูลที่มีค่าเพื่อช่วยปรับปรุงประสบการณ์การฝึกอบรม VR ข้อมูลนี้สามารถบันทึกทางโปรแกรมและใช้เพื่อจัดการระดับความแม่นยำของประสบการณ์การฝึกอบรม

การรวมข้อค้นพบเหล่านี้เข้ากับกรอบการพัฒนาการฝึกอบรมในอุตสาหกรรมจะช่วยให้แนวทางการฝึกอบรม VR ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อรวมการใช้การฝึกอบรม VR เข้ากับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวัง จะช่วยให้เข้าใจประโยชน์และข้อจำกัดของการฝึกอบรม VR ได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น และปรับปรุงประสบการณ์การฝึกอบรม VR สำหรับนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง สิ่งนี้จะนำไปสู่ประสบการณ์โดยรวมที่ดีขึ้นสำหรับนักเรียน องค์กร และอุตสาหกรรมที่ใช้ VR โดยรวม



ภาคผนวก



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

ภาคผนวก ก.

- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53



ที่ อว ๘๑๓๗/๐๒๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๙ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย (เก็บข้อมูลจริง)

เรียน ประธานหลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวนัทธมน สีท่ามี รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๙๑๐๑๖๐ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาการสารสนเทศ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ (Assessment Framework Development for Industrial Automation Training with Virtual Reality) โดยมี ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอหน่วยงานของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังกล่าวข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มคัดเลือกจากการสุ่มเข้ากลุ่มที่มีความเท่าเทียม กลุ่มละ ๕ คน จำนวน ๒ กลุ่ม (กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง) ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ ชั้นปีที่ ๔ ที่มีอายุ ๒๐ ปี ขึ้นไป จำนวน ๑๐ คน ระหว่างวันที่ ๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๖ ถึงวันที่ ๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖ ทั้งนี้ สามารถติดต่อ นิสิตดังกล่าวข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๖๔-๗๔๑-๕๘๗๙ หรือที่ E-Mail: 63910160@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

เลขที่ IRB3-095/2565



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HS 028/2565

โครงการวิจัยเรื่อง : การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรม
อัตโนมัติ

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวนัทธมน สีท่ามี

หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตรระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาการสารสนเทศ

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัย
ดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วง
ละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

- | | |
|--|---|
| 1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ | ฉบับที่ 5 วันที่ 29 เดือน กันยายน พ.ศ. 2565 |
| 2. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย | ฉบับที่ 2 วันที่ 26 เดือน กันยายน พ.ศ. 2565 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วันที่ 26 เดือน กันยายน พ.ศ. 2565 |
| 4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 |
| 5. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | ฉบับที่ 2 วันที่ 14 เดือน กันยายน พ.ศ. 2565 |
| 6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) | |
| 6.1 คู่มือการเข้าใช้งานโปรแกรมการฝึกการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า
บนพื้นฐานของความเป็นจริงเสมือน | ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 |

วันที่รับรอง : วันที่ 10 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2565
วันที่หมดอายุ : วันที่ 10 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2566

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง รมณีย์ ประทุม)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สำหรับโครงการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา และระดับปริญญาตรี
ชุดที่ 3 (กลุ่มคลินิก/ วิทยาศาสตร์สุขภาพ/ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย

1. แบบสอบถาม ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้VR ในการฝึกอบรม จำนวน 6 ข้อ
 - ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง จำนวน 13 ข้อ
 - ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกอบรม จำนวน 13 ข้อ
 - ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้VR ในการฝึกอบรม จำนวน 23 ข้อ
 - ส่วนที่ 5 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ จำนวน 20 ข้อ
2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
3. แบบประเมินประสิทธิผลของวิธีการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบ เสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงการวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา สาขาวิทยาการข้อมูล โดยมี ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย วัตถุประสงค์การศึกษานี้ เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการหรือกรอบการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพการฝึกอบรมด้วย VR ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริงเพื่อให้ผลการวิจัยนี้สมบูรณ์และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต โดยในส่วนข้อมูลที่มา ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับอย่างเคร่งครัด และจะนำเสนอข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะประการใด กรุณาติดต่อมาได้ที่ นางสาวนัทธมน สีสำมี โทรศัพท์มือถือ หมายเลข 0647415879 หรือ อีเมล 63910160@go.buu.ac.th

แบบสอบถาม ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง จำนวน 13 ข้อ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกอบรม จำนวน 24 ข้อ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 23 ข้อ

ส่วนที่ 5 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ จำนวน 16 ข้อ

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าจะได้รับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามอย่างดี และใคร่ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย



นัทธมน สีสำมี
คณะผู้ดำเนินการวิจัย

แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดช่วงไว้ 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยมาก

3 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ผู้วิจัยกำหนดดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง ผู้ตอบเห็นว่าการใช้ VR ในการฝึกอบรม มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง ผู้ตอบเห็นว่าการใช้ VR ในการฝึกอบรม มีความเหมาะสมในระดับมาก

2.50-3.49 หมายถึง ผู้ตอบเห็นว่าการใช้ VR ในการฝึกอบรม มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง ผู้ตอบเห็นว่าการใช้ VR ในการฝึกอบรม มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00-1.49 หมายถึง ผู้ตอบเห็นว่าการใช้ VR ในการฝึกอบรม มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ในตอนท้ายของแบบสอบถามแต่ละด้านเป็นแบบสอบถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้ VR ในการฝึกอบรม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

ท่านสนใจในการตอบแบบสอบถามนี้หรือไม่

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

1. ท่านเคยได้ยิน/รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ VR ในการฝึกอบรมหรือไม่

☐ ไม่เคย

☐ เคย ผ่านช่องทาง (ตอบคำถามข้อ 1.1)

1.1 ท่านเคยได้ยิน/รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ VR ในการฝึกอบรมผ่านช่องทางใด (เลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ สื่อโทรทัศน์

☐ สื่อวิทยุ

☐ เฟซบุ๊ก (Facebook)

☐ ไลน์ (Line)

☐ ทวิตเตอร์ (Twitter)

☐ ยูทูบ (Youtube)

☐ ป้ายประกาศ/ป้ายโฆษณา

☐ งานประชุมวิชาการ/อบรม สัมมนา/ศึกษาดูงาน

☐ บุคคลในครอบครัว/เพื่อนร่วมงาน

☐ งานแสดงสินค้า/งานนิทรรศการ

☐ สื่อสิ่งพิมพ์ (หนังสือพิมพ์/นิตยสาร/วารสาร/แผ่นพับ/ใบปลิว)

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

2. ท่านเคยใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรมหรือไม่

☐ ไม่เคยใช้ (ตอบคำถามข้อ 2.1)

☐ เคยใช้ (ตอบคำถามข้อ 2.2)

2.1. ท่านไม่เคยใช้ VR เพราะสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

- ☐ ไม่มั่นใจเรื่องคุณภาพของอุปกรณ์
- ☐ ไม่เชื่อว่าใช้ได้ผลจริง
- ☐ กลัวผลข้างเคียงด้านสุขภาพที่เกิดจากการใช้ VR ในการฝึกอบรม
- ☐ การใช้ VR ในการฝึกอบรมมีการทดลอง หรือมีงานวิจัยรับรองไม่มากนัก
- ☐ ไม่มีอุปกรณ์/ยังไม่มีโอกาสได้ใช้งาน
- ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

2.2 ท่านเคยใช้ VR ในสถานการณ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

- ☐ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม
- ☐ สำหรับการศึกษา
- ☐ สำหรับทางการแพทย์
- ☐ สำหรับอีเว้นท์
- ☐ สำหรับ Marketing Research
- ☐ สำหรับความบันเทิง เช่น เกม กีฬา คอนเสิร์ต เมต้าเวิร์ส
- ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

3. ปัจจัยใดที่มีผลต่อท่านมากที่สุดในการใช้อุปกรณ์ VR ในการฝึกอบรม (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

- ☐ ราคาไม่แพง
- ☐ ประโยชน์ในการใช้งานเพื่อการฝึกปฏิบัติ
- ☐ หาซื้อง่าย สะดวก
- ☐ ความปลอดภัยในการฝึกปฏิบัติ เช่น ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง อุตสาหกรรมเหมืองแร่
- ☐ ความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของการใช้ VR ในการฝึกอบรม
- ☐ การสนับสนุนจากหน่วยงานต้นสังกัด

4. ค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ VR ในการฝึกอบรมในแต่ละครั้งควรเป็นเงินเท่าไร

- ☐ ต่ำกว่า 1,000 บาท
- ☐ 1000-5000 บาท
- ☐ 5001-10,000 บาท

☐ 10,001-15,000 บาท

☐ มากกว่า 15,000 บาท

5. ความถี่ในการใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรมควรเป็นอย่างไร

☐ ทุกวัน

☐ ทุกสัปดาห์

☐ ทุกเดือน

☐ ทุก 3 เดือน

☐ ทุก 6 เดือน

☐ 1 ครั้งต่อปี

6. ถ้าท่านเคยใช้ VR ในการฝึกอบรม ปัจจุบันท่านยังใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรมอยู่หรือไม่

☐ ไม่ใช่

☐ ใช่

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. ท่านรู้จักอุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ PLC

☐ VR

☐ AR

2. ทักษะที่ท่านสนใจ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ ช่างเชื่อมโลหะ

☐ ช่างยนต์

☐ ช่างไฟฟ้ากำลัง

☐ ช่างโยธา

☐ ช่างกลโรงงาน

☐ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

☐ ช่างเทคนิคการเกษตร

☐ ช่างก่อสร้าง

3. ท่านใช้อุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ คอมพิวเตอร์

☐ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook)

☐ แท็บเล็ต (Tablet)

☐ สมาร์ทโฟน (Smart Phone)

☐ สมาร์ททีวี (Smart TV)

4. ท่านมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในข้อ 1 อยู่ในระดับใด

☐ มากที่สุด

☐ มาก

☐ ปานกลาง

☐ น้อย

☐ น้อยที่สุด

5. ท่านมีความสามารถในการใช้อุปกรณ์ในข้อ 1 อยู่ในระดับใด

☐ มากที่สุด

☐ มาก

☐ ปานกลาง

☐ น้อย

☐ น้อยที่สุด

ข้อคำถามสำหรับความต้องการชุดฝึกทดลอง	ระดับความต้องการใช้งาน					
	5	4	3	2	1	N/A
1. ต้องการชุดฝึกทดลองที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในฝึกปฏิบัติในอุตสาหกรรมระบบควบคุมอัตโนมัติ						
2. ต้องการชุดฝึกทดลองที่ช่วยสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้การจำลองการทำงานของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม						
3. ต้องการชุดฝึกทดลองที่มีขนาดเหมาะสมสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ						
4. ต้องการชุดฝึกทดลองที่ใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทาน ความและมีความปลอดภัยในการใช้ฝึกปฏิบัติ						
5. ต้องการชุดฝึกทดลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประกอบรถ EV ในการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง						
6. ต้องการชุดฝึกทดลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประกอบรถ EV โดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ VR						
7. ต้องการชุดฝึกทดลองที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้ใช้งาน/ผู้เรียนและครอบคลุมวัตถุประสงค์ของรายวิชา ระบบควบคุมอัตโนมัติ						

ข้อเสนอแนะอื่นๆ



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / rcv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการฝึกอบรม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					
	5	4	3	2	1	N/A
1. เนื้อหาของการฝึกอบรมมีความเกี่ยวข้องกับความต้องการของคุณ						
2. คุณภาพของสื่อการฝึกอบรมมีความเหมาะสม (การแสดงผลภาพ การสะกดผิด ฯลฯ)						
3. ขั้นตอนการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสูง มีความเหมาะสม						
4. ตัวอย่างการเรียนรู้ตามขั้นตอนมีความเหมาะสม						
5. การให้ข้อมูลเพิ่มเติมตามหัวข้อการเรียนรู้มีความเหมาะสม						
6. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความเหมาะสม						
7. คำอธิบายมีความชัดเจน						
8. มีการทบทวนความเข้าใจของผู้ฝึกปฏิบัติ						
9. มีการเปิดโอกาสให้สอบถามหรือค้นหาข้อมูลเอง						
10. ช่วงเวลาการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม						
11. ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม						
12. การเข้าถึงสื่อการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม						
13. คุณภาพของสถานที่/สิ่งอำนวยความสะดวกมีความเหมาะสม						

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้ VR ในการฝึกอบรม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					
	5	4	3	2	1	N/A
ด้าน Function Test						
1. สามารถใช้งานฟังก์ชันการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง						
2. สามารถใช้งานฟังก์ชันหยิบ/วางได้อย่างถูกต้อง						
3. สามารถใช้งานฟังก์ชันควบคุมวัตถุและชิ้นส่วน ได้อย่างอิสระ						
ด้าน Usability Test						
1. ความสะดวกสบายในการสวมใส่และใช้งานแว่น VR						
2. ความรู้สึกสบายในการใช้งาน VR ไม่เวียนศีรษะหรือมีเมื่อย						
3. ความสะดวกสบายในการควบคุมอุปกรณ์ภายในโปรแกรม						
4. ความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน้าจอโปรแกรม						
5. ขนาดของชิ้นส่วนและขนาดของรถยนต์มีความเหมาะสม						
6. การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (GUI) มีความเหมาะสม						
ด้านรูปแบบ						
1. โปรแกรมสร้างความรู้สึกสมจริงในการฝึกปฏิบัติ						
2. ชิ้นส่วนรถยนต์และองค์ประกอบในโปรแกรม VR มีความสมจริง						

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					
	5	4	3	2	1	N/A

3. การใช้งาน VR สามารถทดแทนการฝึกปฏิบัติจริงได้						
4. โปรแกรม VR สร้างการฝึกปฏิบัติและการจดจำได้ดีกว่าการอ่านหรือดูวิดีโออย่างเดียวเท่านั้น						
Nielsen's Heuristic Evaluation						
1. ท่านทราบว่าตนเองอยู่ตรงส่วนไหนของโปรแกรม						
2. ท่านเข้าใจภาษาและคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้โดยง่าย						
3. ท่านสามารถยกเลิกและเริ่มต้นใหม่ได้เสมอ						
4. ท่านรู้ว่าปุ่มสีแดงหมายถึงอะไร						
5. ท่านสามารถ Teleport ไปยังที่กำหนดไว้ได้						
6. ท่านทราบความหมายของ icon ต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม						
7. ท่านสามารถข้ามขั้นตอนบางอย่างที่ไม่ต้องการได้						
8. การออกแบบโปรแกรมมีความสวยงาม ไม่รกรุงรัง						
9. คำแนะนำต่าง ๆ มีประโยชน์และสามารถช่วยท่านแก้ปัญหาได้						
10. ท่านสามารถใช้ฟังก์ชัน Help เพื่อศึกษาข้อมูลด้วยตนเองได้						

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ส่วนที่ 5 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					
	5	4	3	2	1	N/A
ด้านการฝึกอบรม						
1. เนื้อหาในการฝึกอบรมตรงกับวัตถุประสงค์						
2. ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม						
3. รูปแบบและวิธีการฝึกอบรมมีความเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน						
4. คุณภาพของสื่อประกอบการฝึกอบรม						
5. หลักสูตรเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของท่าน						
ด้านสถานที่ / ระยะเวลา						
1. ความพึงพอใจต่อสถานที่และสภาพแวดล้อมในการจัดอบรม/สัมมนา						
2. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการจัดอบรม						
ด้านความรู้ความเข้าใจ						
1. หลังจากได้รับการอบรมท่านมีความรู้เพิ่มมากขึ้น						
2. การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านเข้าใจได้รวดเร็วขึ้น						
3. การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านจดจำการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น						
4. การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านรู้สึกเหมือนการได้ลงมือปฏิบัติจริง						
5. การฝึกปฏิบัติด้วย VR สามารถใช้ทดแทนการฝึกปฏิบัติจริงได้						
ด้านการนำความรู้ไปใช้						
1. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้						
หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					

	5	4	3	2	1	N/A
2. ถ้ามีโอกาส ท่านจะใช้ VR ในการฝึกปฏิบัติอีก						
3. ถ้ามีโอกาส ท่านจะแนะนำให้บุคคลอื่นใช้งาน VR ในการฝึกปฏิบัติ						
4. ท่านมีความพึงพอใจในภาพรวมของการฝึกปฏิบัติด้วย VR อย่างไร						

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึก
ปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ

คำชี้แจง

แบบทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงการวิจัย คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา สาขาวิทยาการข้อมูล โดยมี ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย วัตถุประสงค์การศึกษานี้ เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการหรือกรอบการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพการฝึกอบรมด้วย VR ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ตอบแบบทดสอบนี้ตามความเป็นจริงเพื่อให้ผลการวิจัยนี้สมบูรณ์และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต โดยในส่วนข้อมูลที่มา ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับอย่างเคร่งครัด และจะนำเสนอข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะประการใดกรุณาติดต่อมาได้ที่ นางสาวนัทธมน สีท่ามี โทรศัพท์มือถือ หมายเลข 0647415879 หรือ อีเมล 63910160@go.buu.ac.th

แบบทดสอบประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าจะได้รับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามอย่างดี และใคร่ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นัทธมน สีท่ามี
คณะผู้ดำเนินการวิจัย

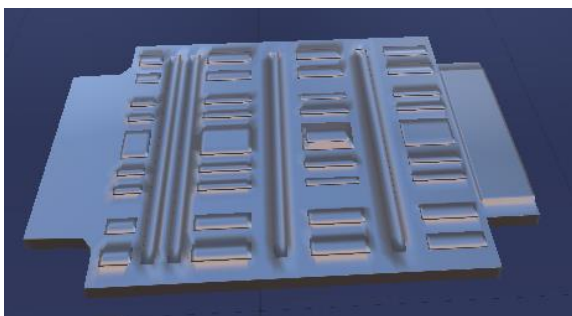


ส่วนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนน
2. ให้ผู้เข้าร่วมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

1. What is the name of the EV piece in this picture?



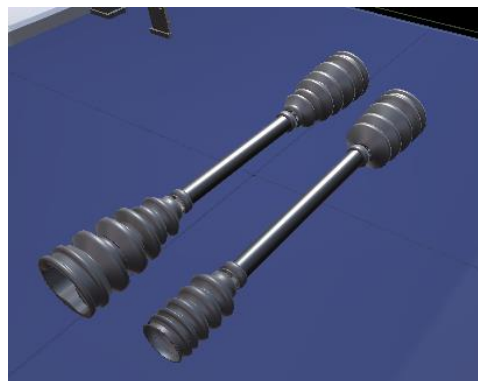
- a. Wheel
- b. Battery Pack
- c. Floor Pan
- d. Drive Shafts

2. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Wheel
- b. Battery Pack
- c. Rack and Pinion Steering
- d. Drive Shafts

3. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Wheel
- b. Battery Pack
- c. Rack and Pinion Steering
- d. Drive Shafts

4. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Wheel
- b. Battery Pack
- c. Rack and Pinion Steering
- d. Drive Shafts

5. What is the name of the EV piece in this picture?



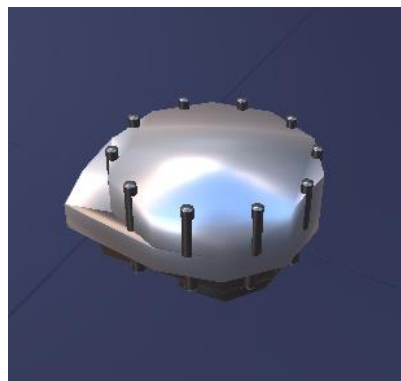
- a. Power Inverter
- b. Battery Pack
- c. Differential
- d. Motor

6. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Power Inverter
- b. Battery Pack
- c. Differential
- d. Electric Motor

7. What is the name of the EV piece in this picture?



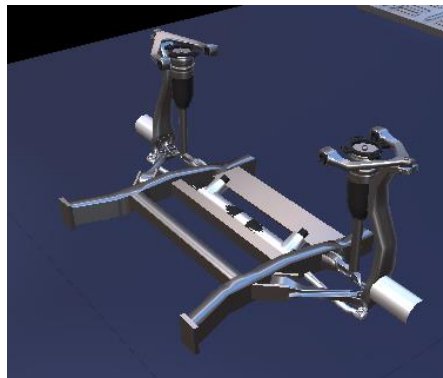
- a. Power Inverter
- b. Battery Pack
- c. Differential
- d. Electric Motor

8. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Power Inverter
- b. Battery Pack
- c. Differential
- d. Electric Motor

9. What is the name of the EV piece in this picture?



- a. Rear Support
- b. Fire Wall
- c. Floor Pan
- d. Core Support

10. What is the name of the EV piece in this picture?



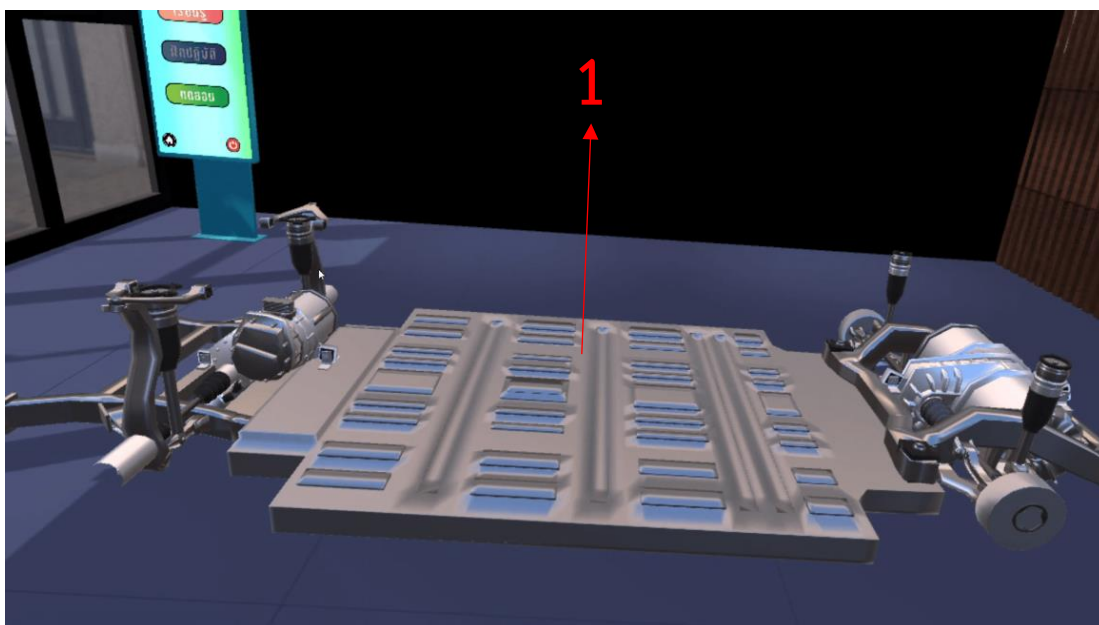
- a. Core Support
- b. Rear Support
- c. Floor Pan
- d. Quarter Pan

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย

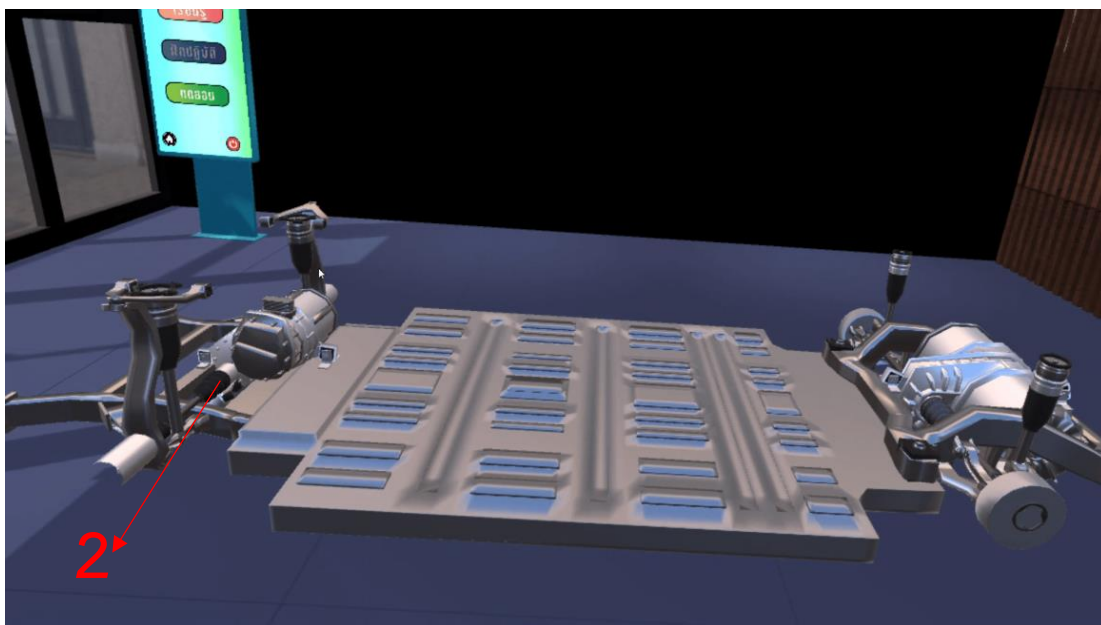
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย
 2. ให้ผู้เข้าร่วมเขียนคำตอบของแต่ละหมายเลขว่าคือชิ้นส่วนใด จำนวน 5 ข้อ
 3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
- จากภาพจรรยาบรรณชิ้นส่วนที่อยู่ตามหมายเลข

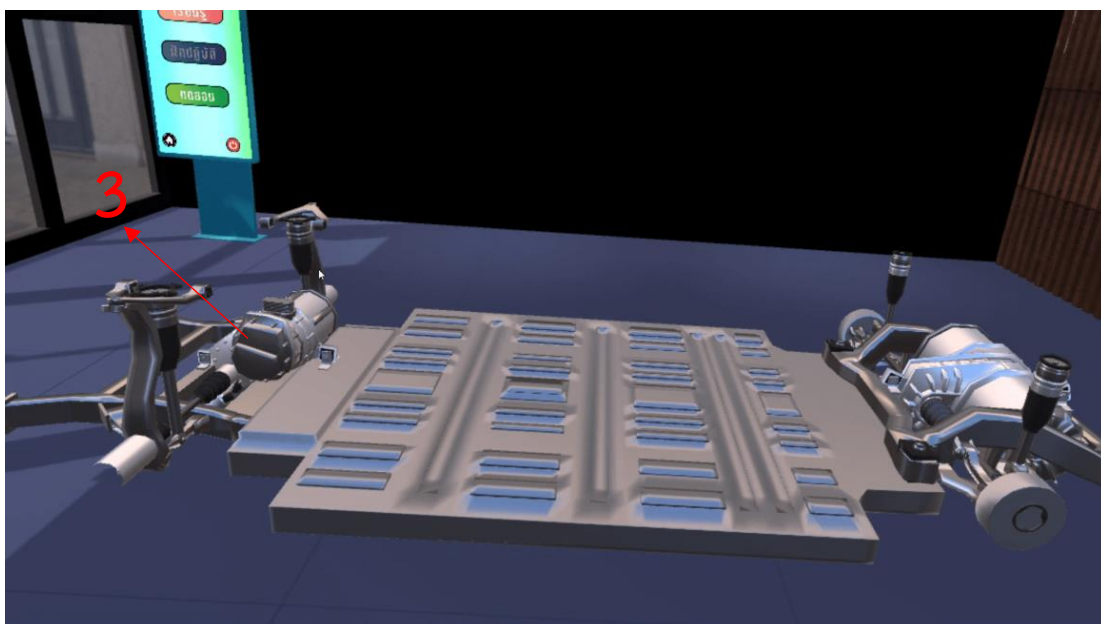
หมายเลข 1 คือ.....



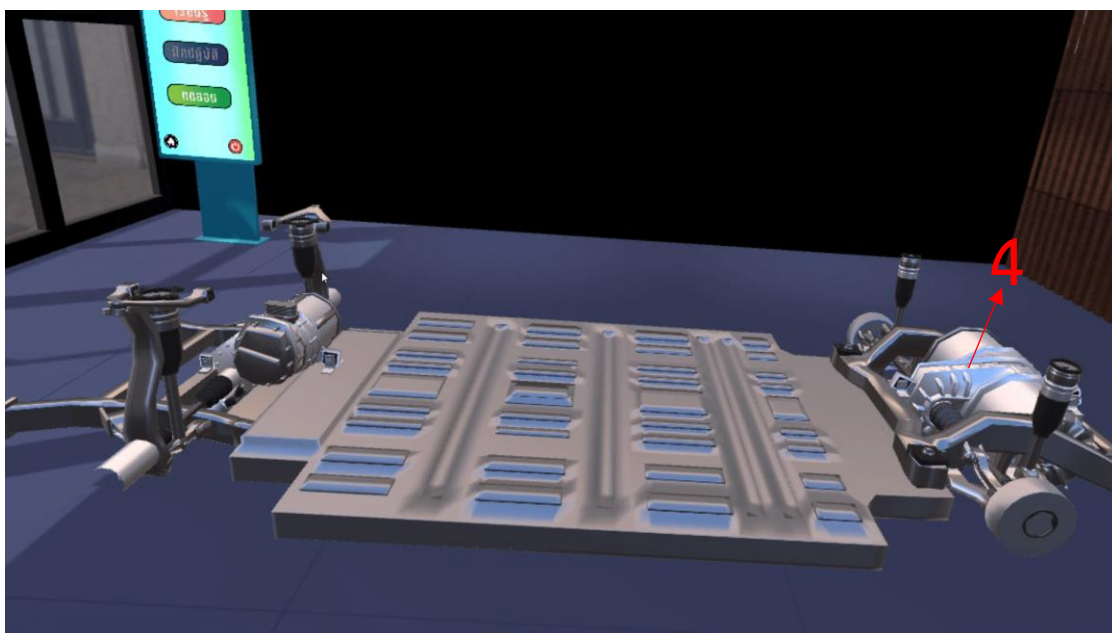
หมายเลข 2 คือ.....



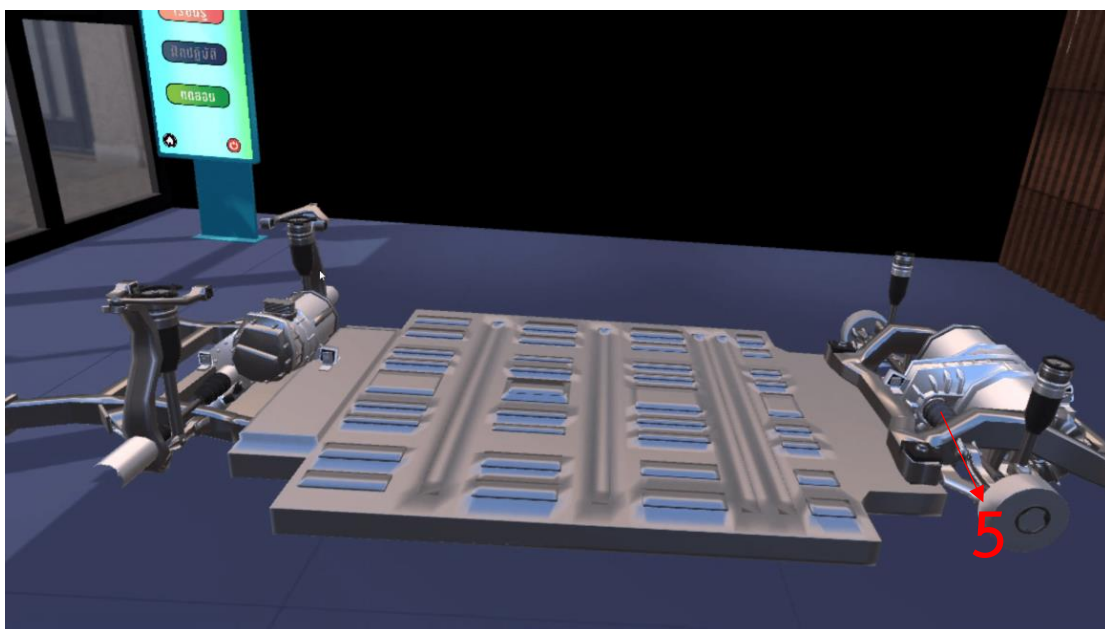
หมายเลข 3 คือ.....



หมายเลข 4 คือ.....



หมายเลข 5 คือ.....



แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ(Artese, Ciocca et al.)

เรื่อง “การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับอุตสาหกรรมอัตโนมัติ”

คำชี้แจง

แบบสอบถามและข้อคำถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence IOC) ของแบบสอบถาม และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำ ไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

แบบสอบถามและข้อคำถามมีทั้งหมด 3 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเพื่อการวิจัย ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง จำนวน 12 ข้อ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการฝึกอบรม จำนวน 13 ข้อ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 23 ข้อ

ข้อ

ส่วนที่ 5 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

ขอความกรุณาผู้ทรงคุณวุฒิ ช่วยพิจารณาร่างแบบสอบถามว่ามีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยหรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามในระบบ IOC โดยการทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องว่าง

เกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC

1) ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

2) ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

3) ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านผู้รุ่งคุณวุฒิ ให้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่
ยังไม่สมบูรณ์โดยการเขียนข้อเสนอแนะไว้ท้ายข้อความนั้น ๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

นางสาวนั้ทมณ สืทำมี

นิสิตปริญญาโท (วิทยาการสารสนเทศ)

มหาวิทยาลัยบูรพา



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / rcv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้ VR ในการฝึกอบรม ของผู้ตอบ

แบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อความคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
	ท่านสนใจในการตอบแบบสอบถามนี้หรือไม่ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่				
1	ท่านเคยได้ยิน/รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ VR ในการฝึกอบรมหรือไม่ ☐ ไม่เคย ☐ เคย ผ่านช่องทาง (ตอบคำถามข้อ 1.1)				



ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1.1	ท่านเคยได้ยิน/รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ VR ในการฝึกอบรมผ่านช่องทางใด (เลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ สื่อโทรทัศน์ ☐ สื่อวิทยุ ☐ เฟซบุ๊ก (Facebook) ☐ ไลน์ (Line) ☐ ทวิตเตอร์ (Twitter) ☐ ยูทูบ (YouTube) ☐ ป้ายประกาศ/ป้ายโฆษณา ☐ งานประชุมวิชาการ/อบรม สัมมนา/ศึกษาดูงาน ☐ บุคคลในครอบครัว/เพื่อนร่วมงาน ☐ งานแสดงสินค้า/งานนิทรรศการ ☐ สื่อสิ่งพิมพ์ (หนังสือพิมพ์/นิตยสาร/วารสาร/แผ่นพับ/ใบปลิว) ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)				
2.	ท่านเคยใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรมหรือไม่ ☐ ไม่เคยใช้ (ตอบคำถามข้อ 2.1) ☐ เคยใช้ (ตอบคำถามข้อ 2.2)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2.1	เพราะสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ ไม่มั่นใจเรื่องคุณภาพของอุปกรณ์ ☐ ไม่เชื่อว่าใช้ได้ผลจริง ☐ กลัวผลข้างเคียงด้านสุขภาพที่เกิดจากการใช้ VR ในการฝึกอบรม ☐ การใช้ VR ในการฝึกอบรมมีการทดลองหรือมีงานวิจัยรับรองไม่มากนัก ☐ ไม่มีอุปกรณ์/ยังไม่มีโอกาสได้ใช้งาน ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)				
2.2	ท่านเคยใช้ VR ในสถานการณ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ☐ สำหรับการศึกษา ☐ สำหรับทางการแพทย์ ☐ สำหรับอีเว้นท์ ☐ สำหรับ Marketing Research ☐ สำหรับความบันเทิง เช่น เกม กีฬา คอนเสิร์ต เมตาเวิร์ส ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	ปัจจัยใดที่มีผลต่อท่านมากที่สุดในการซื้อ VR ในการฝึกอบรม (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ ราคาไม่แพง ☐ ประโยชน์ในการใช้งานเพื่อการฝึกปฏิบัติ ☐ หาซื้อง่าย สะดวก ☐ ความปลอดภัยในการฝึกปฏิบัติ เช่น ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง อุทสาหกรรมเหมืองแร่ ☐ ความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของการใช้ VR ในการฝึกอบรม ☐ การสนับสนุนจากหน่วยงานต้นสังกัด				
4	ค่าใช้จ่ายในการซื้อการใช้ VR ในการฝึกอบรมในแต่ละครั้งควรเป็นเงินเท่าไร ☐ ต่ำกว่า 1,000 บาท ☐ 1,000-5,000 บาท ☐ 5,001-10,000 บาท ☐ 10,001-15,000 บาท ☐ มากกว่า 15,000 บาท				
5	ความถี่ในการใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรม ควรเป็นอย่างไร ☐ ทุกวัน ☐ ทุกสัปดาห์ ☐ ทุกเดือน ☐ ทุก 3 เดือน ☐ ทุก 6 เดือน ☐ 1 ครั้งต่อปี				
ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ

		1	0	-1	
6	ถ้าท่านเคยใช้ VR ในการฝึกอบรม ปัจจุบันท่านยัง ใช้การใช้ VR ในการฝึกอบรมอยู่หรือไม่ ☐ ไม่ใช้ ☐ ใช้				

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	ท่านรู้จักอุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ PLC ☐ VR ☐ AR				
2	ทักษะที่ท่านสนใจ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ ช่างเชื่อมโลหะ ☐ ช่างยนต์ ☐ ช่างไฟฟ้ากำลัง ☐ ช่างโยธา ☐ ช่างกลโรงงาน ☐ ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ☐ ช่างเทคนิคทรอนิกส์ ☐ ช่างก่อสร้าง ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	ท่านใช้หรือเคยใช้อุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ) ☐ คอมพิวเตอร์ (Zolotová, Papcun et al.) ☐ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) ☐ แท็บเล็ต (Tablet) ☐ สมาร์ทโฟน (Smart Phone) ☐ สมาร์ททีวี (Smart TV)				
4	ท่านมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในข้อ 3 อยู่ในระดับใด ☐ มากที่สุด ☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด				
5	ท่านมีความสามารถ (ทักษะ) ในการใช้อุปกรณ์ในข้อ 3 อยู่ในระดับใด ☐ มากที่สุด ☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ น้อยที่สุด				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
6	ต้องการชุดฝึกทดลองที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในฝึกปฏิบัติในอุตสาหกรรมระบบควบคุมอัตโนมัติ (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				
7	ต้องการชุดฝึกทดลองที่ช่วยสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้การจำลองการทำงานของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
8	ต้องการชุดฝึกทดลองที่มีขนาดเหมาะสม สะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				
9	ต้องการชุดฝึกทดลองที่ใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานความและมีความปลอดภัยในการใช้ฝึกปฏิบัติ (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
10	ต้องการชุดฝึกทดลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประกอบรถ EV ในการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				
11	ต้องการชุดฝึกทดลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประกอบรถ EV โดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ VR (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
12	ต้องการชุดฝึกทดลองที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้ใช้งาน/ผู้เรียนและครอบคลุมวัตถุประสงค์ของรายวิชาระบบควบคุมอัตโนมัติ (ระบุระดับความต้องการใช้งาน) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ต้องการ)				

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการฝึกอบรม ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	เนื้อหาของการฝึกอบรมมีความเกี่ยวข้องกับ สนใจของคุณ (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2	คุณภาพของสื่อการฝึกอบรมมีความเหมาะสม (การ แสดงภาพ การสะกดผิด ฯลฯ) (ระดับความพึง พอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	ขั้นตอนการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสูง มีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4	ตัวอย่างการเรียนรู้ตามขั้นตอนมีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
5	การให้ข้อมูลเพิ่มเติมตามหัวข้อการเรียนรู้มีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
6	การนำเข้าสู่บทเรียนมีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
7	คำอธิบายมีความชัดเจน (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
8	มีการทบทวนความเข้าใจของผู้ฝึกปฏิบัติ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
9	มีการเปิดโอกาสให้สอบถามหรือค้นหาข้อมูลเอง (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
10	ช่วงเวลาการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
11	ระยะเวลาการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
12	การเข้าถึงสื่อการฝึกปฏิบัติมีความเหมาะสม (ระบุระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
13	คุณภาพของสถานที่/สิ่งอำนวยความสะดวกมีความเหมาะสม (ระบุระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้ VR ในการฝึกอบรม ของ
ผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	ด้าน Function Test				
1.1	สามารถใช้งานฟังก์ชันการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.2	สามารถใช้งานฟังก์ชันหยิบ/วางได้อย่างถูกต้อง (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	

1.3	สามารถใช้งานฟังก์ชันควบคุมวัตถุและชิ้นส่วน ได้อย่างอิสระ (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2	ด้าน Usability Test				
2.1	ความสะดวกสบายในการสวมใส่และใช้งานแว่น VR (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2.2	ความรู้สึกรบกวนในการใช้งาน VR ไม่เวียนศีรษะหรือมึนงง (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2.3	ความสับสนในการควบคุมอุปกรณ์ภายในโปรแกรม (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2.4	ความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน้าจอโปรแกรม (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2.5	ขนาดของชิ้นส่วนและขนาดของรถยนต์มีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2.6	การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (GUI) มีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	ด้านรูปแบบ				
3.1	โปรแกรมสร้างความรู้สึกสมจริงในการฝึกปฏิบัติ (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
3.2	ชิ้นส่วนรถยนต์และองค์ประกอบในโปรแกรม VR มีความสมจริง (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.3	การใช้งาน VR สามารถทดแทนการฝึกปฏิบัติจริงได้ (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด)N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
3.4	โปรแกรม VR สร้างการฝึกปฏิบัติและการจดจำได้ดีกว่าการอ่านหรือดูวิดีโออย่างเดียวเท่านั้น (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4	Nielsen's Heuristic Evaluation				
4.1	ท่านทราบว่าตนเองอยู่ตรงส่วนไหนของโปรแกรม (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4.2	ท่านเข้าใจภาษาและคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้โดยง่าย (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.3	ท่านสามารถยกเลิกและเริ่มต้นใหม่ได้เสมอ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.4	ท่านรู้ว่าปุ่มสีแดงหมายถึงอะไร (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4.5	ท่านสามารถ Teleport ไปยังที่ที่กำหนดไว้ได้ (ระบุระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.6	ท่านทราบความหมายของ icon ต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม (ระบุระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.7	ท่านสามารถข้ามขั้นตอนบางอย่างที่ไม่ต้องการได้ (ระบุระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4.8	การออกแบบโปรแกรมมีความสวยงาม ไม่รกรุงรัง (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.9	คำแนะนำต่าง ๆ มีประโยชน์และสามารถช่วยท่าน แก้ปัญหาได้ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.10	ท่านสามารถใช้ฟังก์ชัน Help เพื่อศึกษาข้อมูลด้วย ตนเองได้ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ส่วนที่ 5 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ของผู้ตอบ

แบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตัวเลือกที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	ด้านการฝึกอบรม				
1.1	เนื้อหาในการฝึกอบรมตรงกับวัตถุประสงค์ (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.2	ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1.3	รูปแบบและวิธีการฝึกอบรมมีความเหมาะสม กับสถานการณ์ปัจจุบัน (ระดับความพึง พอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.4	คุณภาพของเอกสารประกอบการฝึกอบรม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.5	หลักสูตรเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และพัฒนา ความสามารถของท่าน (ระดับความพึง พอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1.6	ท่านสามารถนำสิ่งที่ได้รับจากโครงการนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.7	การตอบข้อซักถามในการฝึกอบรม (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
1.8	การยกตัวอย่างประกอบการบรรยาย (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2	ด้านสถานที่ / ระยะเวลา				
2.1	ความพึงพอใจต่อสถานที่และสภาพแวดล้อมในการจัดอบรม/สัมมนา (ระบุระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
2.2	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการจัดอบรม (ระบุระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2.3	ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม (ระบุระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
3	ด้านความรู้ความเข้าใจ				
3.1	หลังจากได้รับการอบรมท่านมีความรู้เพิ่มมากขึ้น(ระบุระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.2	การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านเข้าใจได้ รวดเร็วขึ้น(ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
3.3	การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านจดจำการ เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.4	การฝึกปฏิบัติด้วย VR ทำให้ท่านรู้สึกเหมือน การได้ลงมือปฏิบัติจริง (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
3.5	การฝึกปฏิบัติด้วย VR สามารถใช้ทดแทนการ ฝึกปฏิบัติจริงได้ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

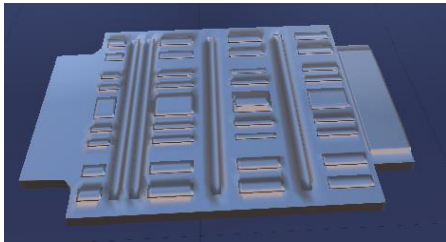
ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4	ด้านการนำความรู้ไปใช้				
4.1	สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้(ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.2	ถ้ามีโอกาส ท่านจะใช้ VR ในการฝึกปฏิบัติอีก(ระดับความพึงพอใจ) ○ 1 (น้อยที่สุด) ○ 2 (น้อย) ○ 3 (ปานกลาง) ○ 4 (มาก) ○ 5 (มากที่สุด) ○ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

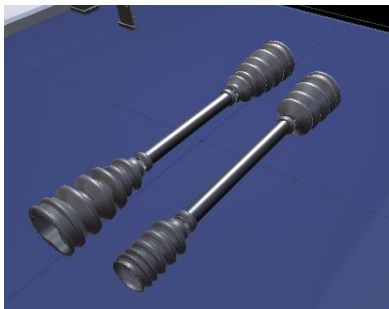
ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4.3	ถ้ามีโอกาส ท่านจะแนะนำให้บุคคลอื่นใช้งาน VR ในการฝึกปฏิบัติ (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				
4.4	ท่านมีความพึงพอใจในภาพรวมของการฝึกปฏิบัติด้วย VR อย่างไร (ระดับความพึงพอใจ) ☐ 1 (น้อยที่สุด) ☐ 2 (น้อย) ☐ 3 (ปานกลาง) ☐ 4 (มาก) ☐ 5 (มากที่สุด) ☐ N/A (ไม่ให้ข้อมูล)				

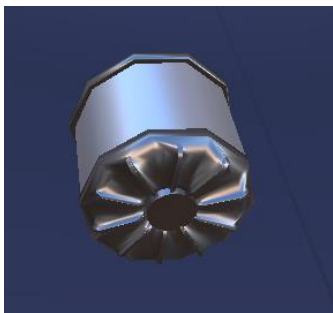
ตอนที่ 2 แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

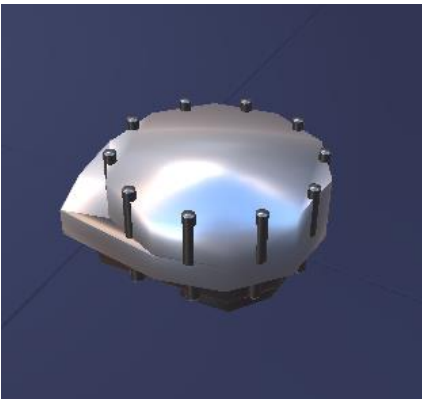
คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม ให้ผู้เข้าร่วมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Wheel b. Battery Pack c. Floor Pan d. Drive Shafts				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Wheel b. Battery Pack c. Rack and Pinion Steering d. Drive Shafts				
3	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Wheel b. Battery Pack c. Rack and Pinion Steering d. Drive Shafts				

ข้อ	ข้อความ	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
4	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Wheel b. Battery Pack c. Rack and Pinion Steering d. Drive Shafts				
5	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Power Inverter b. Battery Pack c. Differential d. Motor				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
6	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Power Inverter b. Battery Pack c. Differential d. Electric Motor				
7	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Power Inverter b. Battery Pack c. Differential d. Electric Motor				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
8	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Power Inverter b. Battery Pack c. Differential d. Electric Motor				
9	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Rear Support b. Fire Wall c. Floor Pan d. Core Support				

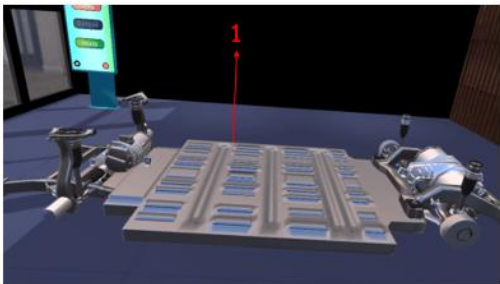
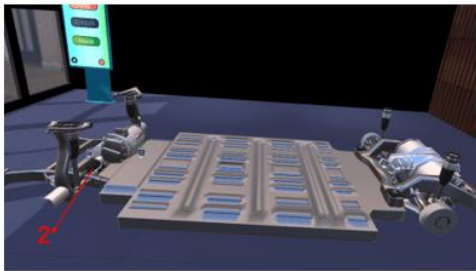
ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
10	What is the name of the EV piece in this picture?  a. Core Support b. Rear Support c. Floor Pan d. Quarter Pan				

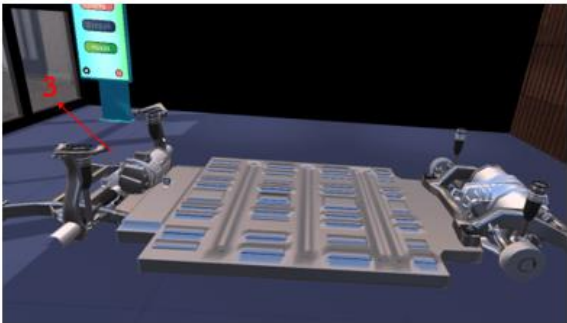
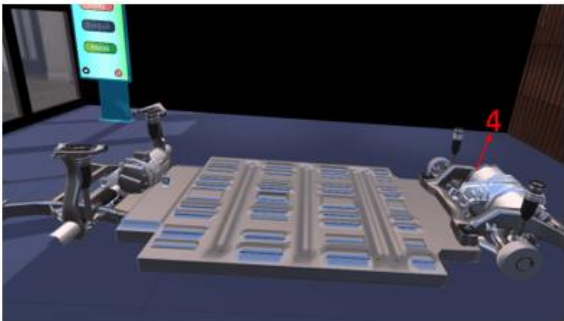
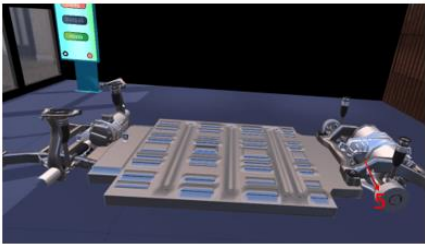
ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย
2. ให้ผู้เข้าร่วมเขียนคำตอบของแต่ละหมายเลขว่าเป็นชิ้นส่วนใด จำนวน 5 ข้อ
3. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ โปรดพิจารณาว่าข้อความในร่างแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับตัวแปรของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่

ข้อ	ข้อความถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	จากภาพจรรยาบรรณชิ้นส่วนของหมายเลข 1  หมายเลข 1 คือ.....				
2	จากภาพจรรยาบรรณชิ้นส่วนของหมายเลข 2  หมายเลข 2 คือ.....				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	จากภาพจรรยาบรรณข้อขึ้นส่วนของหมายเลข 3  หมายเลข 3 คือ.....				
4	จากภาพจรรยาบรรณข้อขึ้นส่วนของหมายเลข 4  หมายเลข 4 คือ.....				
5	จากภาพจรรยาบรรณข้อขึ้นส่วนของหมายเลข 5  หมายเลข 5 คือ.....				

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

ภาคผนวก ค.

- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะ
- ผลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- คู่มือการใช้งานโปรแกรมการฝึกการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าบนพื้นฐานของความเป็นจริงเสมือน



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ(Artese, Ciocca et al.)

เรื่อง “การสร้างกรอบการทำงานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริงสำหรับ
อุตสาหกรรมอัตโนมัติ”

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามและข้อคำถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำ ไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบสอบถามและข้อคำถามมีทั้งหมด 3 ตอน
 - ตอนที่ 1 แบบสอบถามเพื่อการวิจัย ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านการรับรู้และการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 6 ข้อ
 - ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลอง จำนวน 12 ข้อ
 - ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการฝึกอบรม จำนวน 13 ข้อ
 - ส่วนที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้ VR ในการฝึกอบรม จำนวน 23 ข้อ
 - ส่วนที่ 5 ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ จำนวน 16 ข้อ
 - ตอนที่ 2 แบบทดสอบ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ
 - ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

เกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC

- 1) ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
- 2) ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

3) ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

เกณฑ์การประเมิน

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

นางสาวนันทมน สีท่ามี

นิสิตปริญญาโท (วิทยาการสารสนเทศ)

มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดแบบสอบถาม	ข้อ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3			
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย	1	0	+1	+1	2	0.7	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	0	-1	+1	0	0.0	ปรับปรุง
	9	+1	0	+1	2	0.7	ใช้ได้
	10	+1	0	+1	2	0.7	ใช้ได้
แบบสอบถามความต้องการชุดการฝึกทดลองของผู้ตอบแบบสอบถาม	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้

แบบสอบถามความ คิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการ ฝึกอบรม ของผู้ตอบ แบบสอบถาม	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	9	+1	0	+1	2	0.7	ใช้ได้
	10	+1	+1	0	2	0.7	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
แบบสอบถามปัจจัยที่มี ผลต่อความพึงพอใจใน การใช้ VR ในการ ฝึกอบรม ของผู้ตอบ แบบสอบถาม	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	0	+1	+1	2	0.7	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้



	16	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	21	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	23	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้ ของผู้ตอบแบบสอบถาม	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้

แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
แบบทดสอบแบบอัตนัย	1	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

1. ตอนที่ 1 ส่วนที่ 1 ข้อที่ 0 ในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่สนใจอาจข้ามการเก็บข้อมูลได้เลย
2. ตอนที่ 1 ส่วนที่ 1 ข้อที่ 4 คำถามนี้อาจถามในกรณีที่ ผู้ตอบแบบสอบถามเคยมีประสบการณ์ในการใช้งาน VR ไม่เช่นนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามอาจจะยากในการระบุคำตอบในส่วนนี้
3. ตอนที่ 1 ส่วนที่ 4 ข้อที่ 2.2 คำถามคล้ายข้อ 2.1 อาจยุบรวมเพื่อลดปริมาณข้อคำถาม
4. ตอนที่ 2 ส่วนที่ 2 ข้อที่ 1 ตำแหน่งการชี้ขึ้นส่วนไม่ค่อยชัดเจนยากต่อการระบุและตอบคำถาม
5. แบบสอบถามตอนที่ 2 ส่วนที่ 1 อยากเพิ่มคำถามที่มีความหลากหลาย เช่น เลือกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานบางอย่างจะได้เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้ทำแบบสอบถามในแง่ของความรู้ความเข้าใจและคำถามในส่วนที่ 2 ตำแหน่งที่ชี้ไปยังจุดที่ต้องการถามควรระบุหรือใช้สัญลักษณ์ที่ทำให้ระบุตำแหน่งได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

1. มีการเรียบเรียงคำถามเป็นลำดับขั้นตอน เข้าใจง่าย แต่จะมีบางคำ ที่ทำให้ผู้อ่านสับสน

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

2. ส่วนที่ 2 แบบทดสอบแบบอัตนัย ควรจะหมุนตำแหน่งขึ้นส่วนหมายเลขที่ต้องการให้บอกให้เห็นอย่างชัดเจนหรือควรมีกรอบระบุขึ้นส่วนนั้น

ID	Group	Day 1		Day 3		Day 5		Day 7	
		Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test
1	Treat	100	110	120	30	90	80	90	80
2	Treat	90	10	90	100	80	20	80	20
3	Treat	100	40	80	80	90	70	90	70
4	Treat	110	60	90	20	90	30	120	30
5	Treat	90	40	110	70	80	20	110	100
6	Control	100	110	120	30	110	70	110	80
7	Control	90	10	90	100	120	100	120	70
8	Control	100	40	80	80	110	80	110	100
9	Control	110	60	90	20	90	20	110	80
10	Control	90	40	110	70	90	70	120	20



1736983619

คู่มือการใช้งานโปรแกรมการฝึกการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าบนพื้นฐานของความเป็นจริงเสมือน

ฉากหน้าหลัก

เมื่อเปิดโปรแกรมเข้ามาแล้ว ฉากแรกที่เราจะเจอคือฉากหน้าหลัก โดยเมื่อเข้ามาแล้วจะอยู่ในห้องคล้ายสำนักงาน ที่มีโมเดลรถยนต์ไฟฟ้า Tesla Model Y และสิ่งของตกแต่งต่างๆ ฉากนี้จะมีหน้าจอที่มีหน้าที่เป็นตัวควบคุมฉาก ผู้ใช้งานที่ต้องการจะไปยังฉากต่อไปจะต้องกดที่จอ โดยที่ฉากนี้ผู้ใช้งานสามารถเดินดูสภาพแวดล้อมของฉากได้ และสามารถย้ายไปฉากอื่นได้ด้วยการกดปุ่มบนหน้าจอ โดยจะมี 3 ฉาก คือ ฉากเรียนรู้ ฉากฝึกปฏิบัติ และฉากทดสอบ

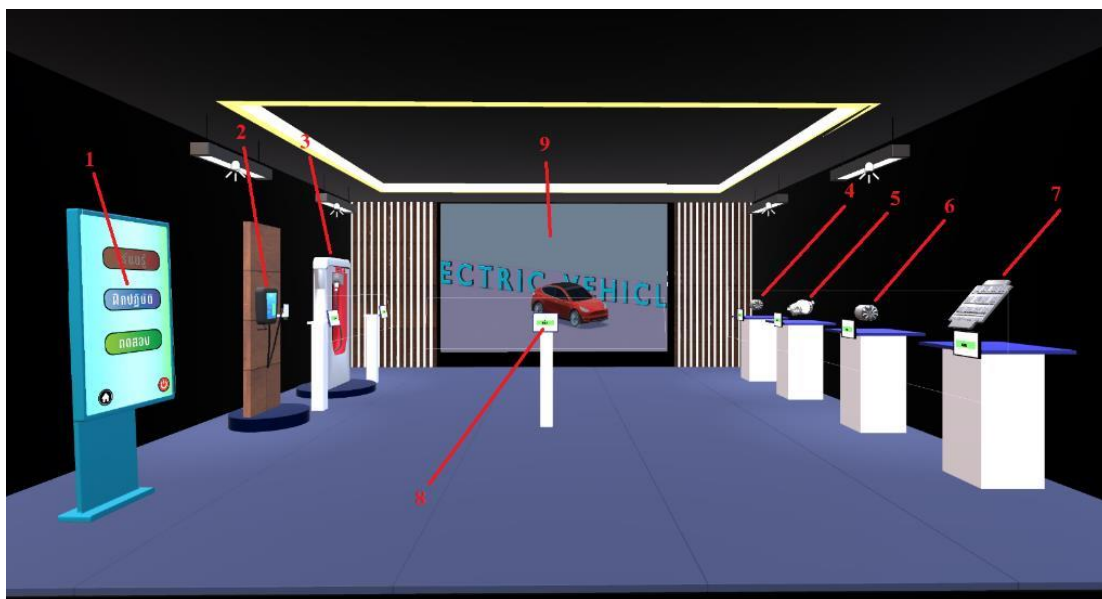


ภาพที่ ค-1 ฉากหน้าหลัก

ฉากเรียนรู้

หลังจากที่กดปุ่มเรียนรู้ที่หน้าจอ ผู้ใช้งานจะเข้าสู่ฉากเรียนรู้ จากลูกศรตำแหน่งที่ 1 คือ จอควบคุมฉากมีหน้าที่ควบคุมฉาก ตำแหน่งที่ 2 คือ Wall Charger ตามบ้าน ตำแหน่งที่ 3 คือ สถานีชาร์จ ตำแหน่งที่ 4 – 7 คือ Inverter, Drive Train, Motor และ Battery ตามลำดับ เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของรถยนต์ไฟฟ้า ตำแหน่งที่ 8 คือ ปุ่มกดเล่นวิดีโอซึ่งจะมีในทุกจุดของโมเดล ตำแหน่งที่ 9 คือ หน้าจอหลัก เป็นหน้าจอที่เล่นวิดีโอแนะนำรถยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยจะเล่นอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ฉากเรียนรู้

โดยผู้ใช้งานจะมาฉากนี้ด้วยการเลือกปุ่มเรียนรู้บนจอจากฉากหน้าหลัก ในฉากจะมีการแสดงวิดีโอแนะนำส่วนต่างๆของรถยนต์ไฟฟ้าโดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้เองว่าจะดูวิดีโอของชิ้นส่วนไหน โดยกดที่ปุ่มจากฐานวางของชิ้นส่วนนั้น ๆ ในฉากนี้จะประกอบไปด้วย Inverter, Drive Train, Motor, Battery, AC, และ DC

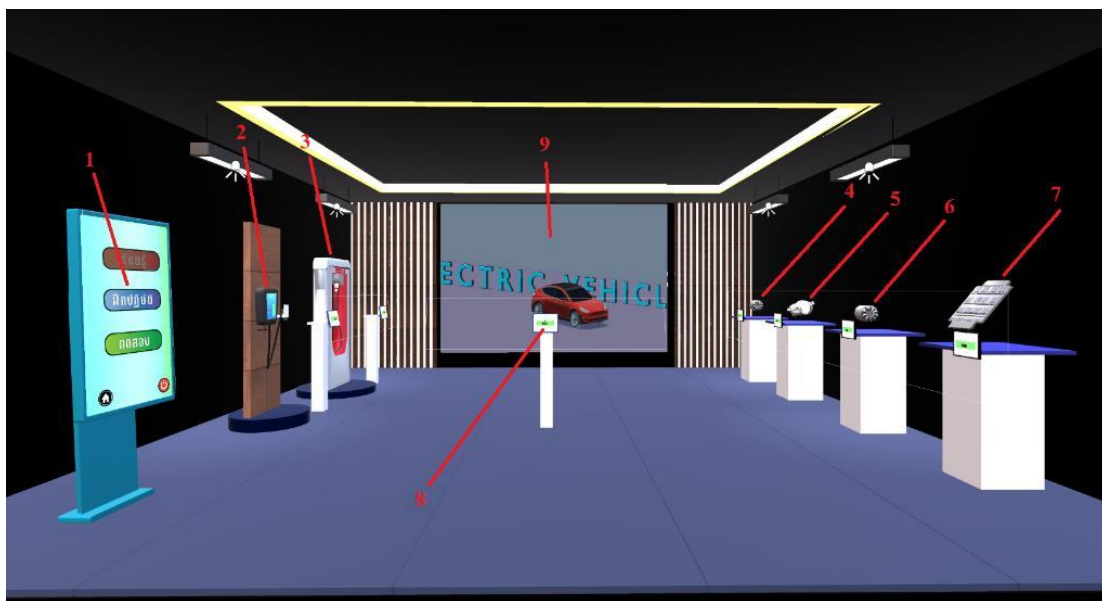


ภาพที่ ค-2 ฉากเรียนรู้

ฉากฝึกปฏิบัติ

หลังจากกดปุ่มฝึกปฏิบัติที่หน้าจอ ผู้ใช้งานจะเข้าสู่ฉากฝึกปฏิบัติ จากลูกศรตำแหน่งที่ 1 คือจอควบคุมฉากมีหน้าที่ควบคุมฉาก ตำแหน่งที่ 2 คือ หน้าจอแสดงคำแนะนำการประกอบ ซึ่งจะมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ตำแหน่งที่ 3 คือ โมเดลชิ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย โครงรถส่วนหน้า, ส่วนหลัง, แบตเตอรี่, เฟลาส่วนหน้า 2 ชิ้น, เฟลาส่วนหลัง 2 ชิ้น, อินเวอร์เตอร์ส่วนหลัง, ระบบขับเคลื่อนส่วนหลัง, มอเตอร์ส่วนหลัง, อินเวอร์เตอร์ส่วนหน้า, ระบบขับเคลื่อนส่วนหน้า, มอเตอร์ส่วนหน้า, ล้อรถ 4 ชิ้น

โดยผู้ใช้งานจะมาฉากนี้ด้วยการเลือกปุ่มฝึกปฏิบัติบนจอจากฉากหลัก ในฉากนี้เมื่อเข้ามาจะมีคำแนะนำการประกอบขึ้นมา เมื่อผู้ใช้งานหยิบชิ้นส่วนขึ้นมาและนำไปให้กับจุดที่ระบบแนะนำ จะขึ้นจุดของการประกอบให้ ผู้ใช้งานจะต้องประกอบชิ้นส่วนตามคำแนะนำไปตามลำดับ จนถึงขั้นสุดท้าย

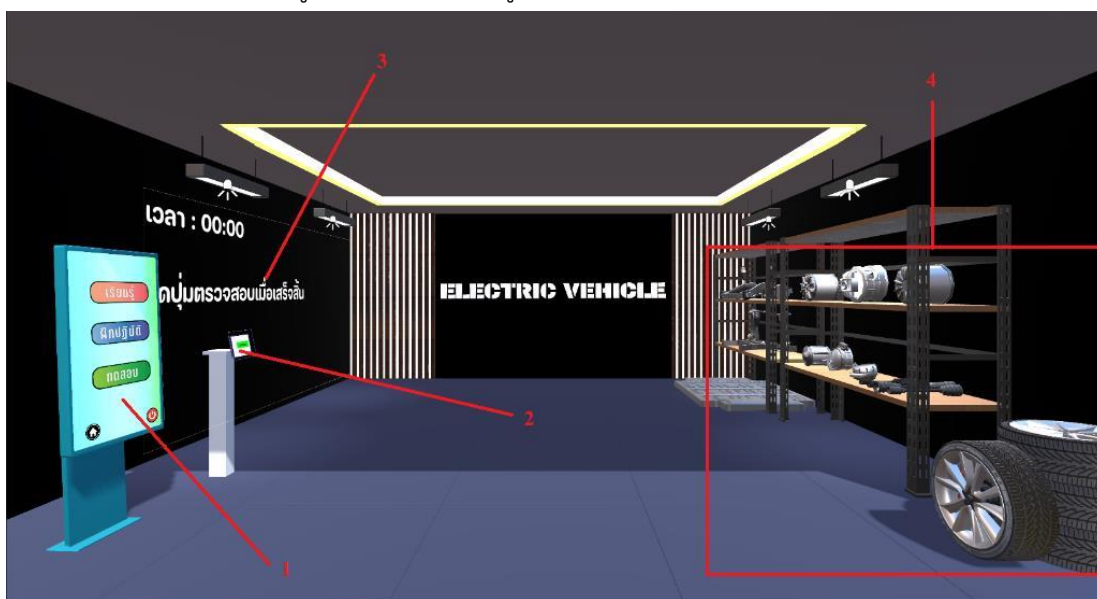


ภาพที่ ค-3 ฉากเรียนรู้

ฉากทดสอบ

หลังจากกดปุ่มทดสอบที่หน้าจอ ผู้ใช้งานจะเข้าสู่ฉากทดสอบ จากลูกศรตำแหน่งที่ 1 คือ จอควบคุมฉากมีหน้าที่ควบคุมฉาก ตำแหน่งที่ 2 คือ ปุ่มตรวจสอบเป็นปุ่มให้ผู้ใช้งานกดเมื่อต้องการตรวจสอบความถูกต้อง ตำแหน่งที่ 3 คือ หน้าจอแสดงเวลา และหลังจากกดปุ่มตรวจสอบ จะแสดงคะแนนของการประกอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และเวลาที่ใช้ในการประกอบ ตำแหน่งที่ 4 คือ โมเดล ชิ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย โครงรถส่วนหน้า, ส่วนหลัง, แบตเตอรี่, เพลาส่วนหน้า 2 ชิ้น, เพลาส่วนหลัง 2 ชิ้น, อินเวอร์เตอร์ส่วนหลัง, ระบบขับเคลื่อนส่วนหลัง, มอเตอร์ส่วนหลัง, อินเวอร์เตอร์ส่วนหน้า, ระบบขับเคลื่อนส่วนหน้า, มอเตอร์ส่วนหน้า, ล้อรถ 4 ชิ้น

โดยผู้ใช้งานจะมาฉากนี้ด้วยการเลือกปุ่มทดสอบบนจอจากฉากหน้าหลัก เมื่อเข้ามาฉากนี้ จะมีการจับเวลา และแสดงขึ้นบนจอ ผู้ใช้งานจะต้องประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้า โดยไม่มีคำแนะนำ และไม่มีแสดงตำแหน่งการประกอบ และเมื่อผู้ใช้งานกดที่ปุ่มตรวจสอบ ระบบจะหยุดการจับเวลา และแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และเวลาที่ผู้ใช้งานได้ใช้ไป



ภาพที่ ค-4 ฉากทดสอบ

ภาคผนวก ง.

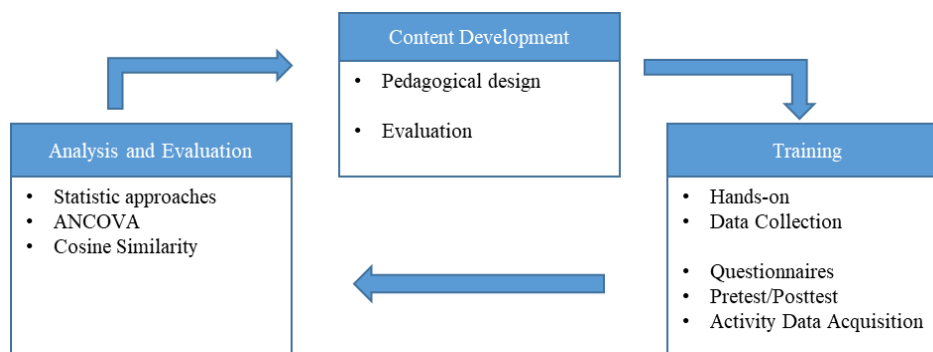
- รายละเอียด Holistic Evaluation Framework for VR Industrial Training



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

Holistic Evaluation Framework for VR Industrial Training



1. Content Development

ในขั้นตอนแรกของการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) นั้นคือการสร้างเนื้อหาที่เหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติ ซึ่งต้องวิเคราะห์จากความต้องการ 2 ส่วนที่สำคัญคือลักษณะของเนื้อหาที่ต้องการฝึกปฏิบัติ และความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียน โดยในขั้นตอนแรกของกรอบการทำงานนี้ จะเป็นการตรวจสอบว่า เนื้อหาที่ใช้งานนั้น ได้รับการออกแบบที่เหมาะสมตรงกับทักษะที่ผู้ฝึกปฏิบัติจะได้รับ รวมไปถึงการเลือกใช้แพลตฟอร์มในการสร้างเนื้อหา VR ที่เหมาะสม สามารถกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูลการฝึกปฏิบัติที่สำคัญได้

1.1 Pedagogical Design and Evaluation

เกณฑ์:

1. การวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
2. การวิเคราะห์ประเภทการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน
3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ได้ของเนื้อหา
4. การออกแบบบทเรียนการฝึกปฏิบัติให้เหมาะสม (การกำหนดจุดที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม)
5. การออกแบบโมเดล 3 มิติที่เหมาะสม
6. การเขียนโปรแกรมสำหรับการกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูล

กิจกรรมและการประเมิน: Pedagogical Design and Evaluation

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. การวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน		
1.1 ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้		
1.2 ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์ VR เบื้องต้นได้		
2. การวิเคราะห์ประเภทการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน		
2.1 เนื้อหาเป็นแบบที่ต้องฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำ		
2.2 ผู้เรียนต้องมีการฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำจริง		
3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ได้ของเนื้อหา		
3.1 Immersion		
3.2 ผลลัพธ์การเรียนรู้		
3.3. ประสบการณ์ผู้ใช้		
3.4. การใช้งาน		
3.5. ความคุ้มค่า		
4. การออกแบบบทเรียนการฝึกปฏิบัติให้เหมาะสม (การกำหนดจุดที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม)		
4.1 วัตถุประสงค์ของบทเรียน		
4.2 สร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุน		
4.3 ใช้กลยุทธ์การสอนที่หลากหลาย		
4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทเรียน		
5. การออกแบบโมเดล 3 มิติที่เหมาะสม		
5.1 ความสมจริง		
5.2 การโต้ตอบ		
5.3 คำติชม		
5.4 เอกสารประกอบ		
6. การเขียนโปรแกรมสำหรับการกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูล		



กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
6.1 เลือกแพลตฟอร์มการพัฒนา VR		
6.2 สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง		
6.3 ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้		
6.4 รวบรวมข้อมูล		
6.5 จัดเก็บข้อมูล		
6.6. วิเคราะห์ข้อมูล		

คำอธิบายเกณฑ์:

1. การวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

1.1. ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้

สิ่งสำคัญคือต้องแน่ใจว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ก่อนที่จะไปยังหัวข้อที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งสามารถทำได้ผ่านกิจกรรมการประเมินล่วงหน้าหรือช่วงทบทวนด้วยการระบุและจัดการกับช่องว่างในความรู้ ผู้เรียนจะมีความพร้อมมากขึ้นในการทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่และสร้างความรู้ที่มีอยู่

1.2. ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์ VR เบื้องต้นได้

ในบางกรณี บทเรียนอาจต้องใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์พิเศษ ก่อนที่จะรวมเครื่องมือเหล่านี้เข้ากับบทเรียน สิ่งสำคัญคือต้องแน่ใจว่านักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการจัดฝึกอบรมหรือการฝึกปฏิบัติก่อนเริ่มบทเรียน

2. การวิเคราะห์ประเภทการเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน

2.1. เนื้อหาเป็นแบบที่ต้องฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำ

เนื้อหาที่ต้องฝึกฝนโดยการลงมือทำมักเรียกว่าการเรียนรู้ด้วยมือหรือการเรียนรู้จากประสบการณ์ การเรียนรู้ประเภทนี้มีลักษณะเฉพาะคือการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นกับเนื้อหา ซึ่งผู้เรียนได้รับการสนับสนุนให้นำความรู้ทางทฤษฎีไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งอาจรวมถึงกิจกรรมต่างๆ เช่น การทดลอง การจำลอง กรณีศึกษา หรืองานแก้ปัญหา

การเรียนรู้แบบลงมือทำจะได้ผลเป็นพิเศษในวิชาที่ต้องการการพัฒนาทักษะในระดับสูง เช่น สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ด้วยการฝึกฝนและใช้

ความรู้ในสถานการณ์จริง ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นของแนวคิด และรักษาข้อมูลไว้ได้นานขึ้น

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือต้องทราบว่าไม่ใช่ผู้เรียนทุกคนอาจตอบสนองได้ดีต่อการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนบางคนอาจชอบวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิมมากกว่า เช่น การบรรยายหรือการอ่าน และอาจประสบปัญหาในการทำกิจกรรมภาคปฏิบัติ ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักการศึกษาที่จะต้องจัดเตรียมทางเลือกการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

2.2. ผู้เรียนต้องมีการฝึกปฏิบัติด้วยการลงมือทำจริง

นักเรียนต้องปฏิบัติโดยการแสดงเป็นคำสิ่งที่เน้นความสำคัญของการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนรู้ แนวทางนี้แนะนำว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อพวกเขาได้รับการสนับสนุนให้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ แทนที่จะรับข้อมูลอย่างเฉยเมย

การแสดงสามารถมีได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและการโต้เถียงในชั้นเรียน ไปจนถึงการแสดงบทบาทสมมติหรือการสร้างโครงการ การมีส่วนร่วมกับเนื้อหาอย่างมีความหมาย ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกของแนวคิด

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือต้องสังเกตว่าผู้เรียนบางคนอาจเก็บตัวหรือขี้อายมากกว่า และอาจรู้สึกว่าการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนได้ยาก ดังนั้น นักการศึกษาต้องสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและครอบคลุมซึ่งสนับสนุนให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมตามจังหวะและระดับความสะดวกสบายของตนเอง

โดยสรุป ทั้งการเรียนรู้ด้วยมือและการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียน อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญสำหรับนักการศึกษาคือการจัดหาทางเลือกการเรียนรู้ที่หลากหลาย และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเพื่อตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้และความต้องการที่แตกต่างกัน

3. การวิเคราะห์ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ได้ของเนื้อหา

3.1. Immersion

ข้อได้เปรียบหลักประการหนึ่งของการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือนคือความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมที่สมจริงซึ่งผู้ใช้รู้สึกสมจริง การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาในการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือนจะเกี่ยวข้องกับการดูว่าเนื้อหาประเภทต่างๆ เช่น กราฟิกที่เหมือนจริง เสียงเชิงพื้นที่ และการตอบสนองแบบสัมผัส ทำงานร่วมกันอย่างไรเพื่อสร้างความรู้สึกที่ดื่มด่ำ

3.2. ผลลัพธ์การเรียนรู้

เป้าหมายสูงสุดของการฝึกอบรมความเป็นจริงเสมือนคือการช่วยให้ผู้ใช้เรียนรู้และรักษาทักษะและความรู้ใหม่ๆ การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาในการฝึกอบรมเสมือนจริงจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าเนื้อหาประเภทต่างๆ ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างไร

3.3. ประสบการณ์ผู้ใช้

ประสบการณ์ของผู้ใช้เป็นอีกหนึ่งสิ่งสำคัญของการฝึกอบรมเสมือนจริง การวิเคราะห์การโต้ตอบของเนื้อหาในการฝึกอบรมเสมือนจริงจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าเนื้อหาประเภทต่างๆ มีส่วนช่วยให้ประสบการณ์การฝึกอบรมโดยรวมของผู้ใช้เป็นอย่างไร ตัวอย่างเช่น คุณอาจตรวจสอบว่าการใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติหรือตัวแทนการสนทนาในการฝึกอบรมเสมือนจริงส่งผลต่อการมีส่วนร่วมและความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการฝึกอบรมอย่างไร

3.4. การใช้งาน

การฝึกอบรมเสมือนจริงต้องใช้งานง่ายและนำทางเพื่อให้มีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาในการฝึกอบรมเสมือนจริงจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าเนื้อหาประเภทต่างๆ ส่งผลต่อการใช้งานประสบการณ์การฝึกอบรมอย่างไร ตัวอย่างเช่น คุณอาจตรวจสอบว่าการใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ใช้งานง่ายหรือตัวชี้นำภาพที่ชัดเจนสามารถช่วยผู้ใช้นำทางการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้อย่างไร

3.5. ความคุ้มค่า

การฝึกอบรมเสมือนจริงอาจมีราคาแพงในการพัฒนาและนำไปใช้ การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของเนื้อหาในการฝึกอบรมเสมือนจริงจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าเนื้อหาประเภทต่างๆ ส่งผลต่อความคุ้มค่าของการฝึกอบรมอย่างไร ตัวอย่างเช่น คุณอาจตรวจสอบว่าการใช้โมดูลการฝึกอบรมที่ใช้ซ้ำได้หรือระบบตอบรับอัตโนมัติสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและส่งมอบการฝึกอบรมเสมือนจริงได้อย่างไร

4. การออกแบบบทเรียนการฝึกปฏิบัติให้เหมาะสม (การกำหนดจุดที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสม)

4.1. วัตถุประสงค์ของบทเรียน

วัตถุประสงค์ของบทเรียนควรกำหนดและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างชัดเจน วัตถุประสงค์ควรมีความเฉพาะเจาะจงวัดได้บรรลุได้เกี่ยวข้องและผูกพันเวลา พวกเขาควรสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งทีนักเรียนจะได้เรียนรู้และสามารถทำได้ในตอนท้ายของบทเรียน

4.2. ใช้กลยุทธ์การสอนที่หลากหลาย

การใช้กลยุทธ์การสอนที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมและตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน กลยุทธ์บางอย่างรวมถึงการบรรยายการอภิปรายงานกลุ่มงานส่วนบุคคล

กิจกรรมภาคปฏิบัติและทรัพยากรมัลติมีเดีย สิ่งสำคัญคือต้องเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และความต้องการของนักเรียน

4.3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทเรียน

การประเมินผลการเรียนรู้ของบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาว่ามีวัตถุประสงค์หรือไม่ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการระบุพื้นที่ที่นักเรียนอาจต้องการการสนับสนุนหรือการสอนเพิ่มเติม การประเมินสามารถทำได้ผ่านแบบทดสอบการทดสอบการมอบหมายหรือการสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ

5. การออกแบบโมเดล 3 มิติที่เหมาะสม

5.1. ความสมจริง

แบบจำลอง 3 มิติควรมีรายละเอียดเพียงพอเพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุขึ้นส่วนแต่ละส่วนและเข้าใจหน้าที่ได้ สิ่งนี้อาจเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองที่มีพื้นผิวที่มีความละเอียดสูงและภาพเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นอย่างพิถีพิถันเพื่อจำลองประสบการณ์ในชีวิตจริง

5.2. การโต้ตอบ

ระดับของการโต้ตอบในแบบจำลอง 3 มิติควรเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองของเครื่องจักรอาจต้องมีการโต้ตอบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนส่วนประกอบได้ ในขณะที่แบบจำลองของอาคารอาจไม่ต้องการการโต้ตอบมากนัก

5.3. คำติชม

แบบจำลองควรให้คำติชมแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับความก้าวหน้าของพวกเขา ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนควรจะสามารถเห็นได้ว่าส่วนใดที่พวกเขาประกอบสำเร็จแล้วและส่วนใดที่พวกเขาต้องแก้ไข

5.4. เอกสารประกอบ

โมเดล 3 มิติควรรวมพร้อมกับเอกสารประกอบที่ชัดเจนและรัดกุมซึ่งอธิบายขั้นตอนการประกอบ ซึ่งอาจรวมถึงการให้คำแนะนำเป็นลายลักษณ์อักษร แผนภาพ และวิดีโอที่แสดงขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง

6. การเขียนโปรแกรมสำหรับการกำหนดการปฏิสัมพันธ์และการเก็บข้อมูล

6.1. เลือกแพลตฟอร์มการพัฒนา VR

มีแพลตฟอร์มการพัฒนา VR ให้เลือกมากมาย เช่น Unity, Unreal Engine และ A-Frame เลือกแบบที่เหมาะสมกับความต้องการและระดับประสบการณ์ของคุณมากที่สุด

6.2. สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

เมื่อคุณเลือกแพลตฟอร์มการพัฒนาแล้ว ให้สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ผู้ใช้ของคุณจะโต้ตอบกับแอปพลิเคชัน VR ของคุณ สภาพแวดล้อมนี้ควรมีวัตถุและสินทรัพย์ที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบได้

6.3. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้

ออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (UI) สำหรับแอปพลิเคชัน VR ของคุณ ซึ่งควรมีสัญญาณภาพและการได้ยินเพื่อแนะนำผู้ใช้และอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบ ซึ่งอาจรวมถึงเมนูบนหน้าจอ เสียงเตือน และองค์ประกอบแบบโต้ตอบ

6.4. รวบรวมข้อมูล

ขณะที่ผู้ใช้โต้ตอบกับแอปพลิเคชัน VR ของคุณ ให้รวบรวมข้อมูลการกระทำและการเคลื่อนไหวของพวกเขา ซึ่งอาจรวมถึงการติดตามการจ้องมองของผู้ใช้ การเคลื่อนไหวของมือ และการโต้ตอบกับวัตถุในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

6.5. จัดเก็บข้อมูล

จัดเก็บข้อมูลที่รวบรวมจากการโต้ตอบของผู้ใช้ในฐานะข้อมูลหรือโซลูชันการจัดเก็บข้อมูลอื่นๆ ซึ่งสามารถทำได้แบบเรียลไทม์หรือเป็นระยะๆ

6.6. วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมจากการโต้ตอบของผู้ใช้เพื่อรับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมและความชอบของผู้ใช้ วิธีนี้สามารถช่วยคุณเพิ่มประสิทธิภาพประสบการณ์ VR ปรับปรุงการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ และระบุปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

2. Training

ขั้นตอนที่สองของการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติเสมือนจริง (VR) เกี่ยวข้องกับการฝึกเนื้อหาที่ออกแบบจริงและการรวบรวมข้อมูลของนักเรียน ขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบว่าทักษะที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาที่ออกแบบไว้ ในระหว่างขั้นตอนนี้ สิ่งสำคัญคือต้องรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการโต้ตอบหลักในการปฏิบัติ เช่น จำนวนความพยายามที่ผู้ประกอบวิชาชีพใช้ในการทำงานให้สำเร็จ หรือเวลาที่ใช้เพื่อให้งานสำเร็จ ข้อมูลนี้สามารถใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติ VR

นอกจากนี้ยังสามารถรวบรวมข้อมูลจากแพลตฟอร์มที่เหมาะสมเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของแนวทางปฏิบัติ VR ตัวอย่างเช่น หากการปฏิบัติ VR ได้รับการออกแบบมาเพื่อปรับปรุงทักษะการสื่อสาร สามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจำลอง โดยรวมแล้ว ขั้นตอนที่สองของการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติ VR เป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาว่าเนื้อหาที่ออกแบบนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ และบรรลุผลลัพธ์ที่ต้องการหรือไม่

2.1 ลงมือปฏิบัติ

เกณฑ์:

1. แอปพลิเคชันสำหรับการฝึก
2. การทดสอบ
3. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วม
4. การประเมินผลการปฏิบัติงาน
5. การเก็บข้อมูล

กิจกรรมและการประเมิน: ลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. แอปพลิเคชันสำหรับการฝึก		
1.1 คำแนะนำสำหรับเนื้อหา		
1.2 คำแนะนำสำหรับการฝึกปฏิบัติ		

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
2. การทดสอบ		
2.1 เวลาที่เสร็จสิ้นงาน		
2.2 อัตราข้อผิดพลาด		
2.3 อัตราการรักษาความรู้ไว้		
3. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วม		
3.1 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน		
3.2 ด้านเนื้อหาภายในแอปพลิเคชัน		
4. การประเมินผลการปฏิบัติงาน		
4.1 PRE-Test		
4.2 POST-Test		
4.3 Questionnaires		
5. การเก็บข้อมูล		
5.1 เก็บข้อมูลตำแหน่งของมือและศีรษะ		
5.2 เก็บข้อมูลเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุด		
5.3 เก็บข้อมูลผลลัพธ์การทดสอบ		
5.4 เก็บข้อมูล System Usability Scale		
5.5 เก็บข้อมูลความแม่นยำของวัตถุ		
5.6 การรวมข้อมูลในรูปแบบของ Dataset		

คำอธิบายเกณฑ์:

1. แอปพลิเคชันสำหรับการฝึก

1.1. คำแนะนำสำหรับเนื้อหา

- เนื้อหาจะต้องเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- อินเทอร์เฟซผู้ใช้ควรใช้งานง่ายและใช้งานง่าย
- สภาพแวดล้อมเสมือนจริงควรสมจริงและสมจริง
- ประสบการณ์ควรมีส่วนร่วมและโต้ตอบได้
- ระดับความยากควรเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

- เนื้อหาควรได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการเก็บรักษา
- ข้อเสนอแนะควรทันทีและสร้างสรรค์

1.2. คำแนะนำสำหรับการฝึกปฏิบัติ

- ให้คำแนะนำที่ชัดเจนเกี่ยวกับวิธีใช้ชุดหูฟังและคอนโทรลเลอร์ VR
- อธิบายวัตถุประสงค์การเรียนรู้และวิธีการบรรลุวัตถุประสงค์ผ่าน VR
- กำหนดทิศทางโดยสังเขปของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและวัตถุ
- อนุญาตให้ผู้ฝึกฝนการใช้ส่วนควบคุมและทำงานง่ายๆ ก่อนที่จะไปยังส่วนที่ซับซ้อนมากขึ้น
- กระตุ้นให้ผู้สำรวจสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและทดลองกับสถานการณ์ต่างๆ
- ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความคืบหน้า

2. การทดสอบ

2.1 เวลาที่เสร็จงาน:

วัดเวลาที่ใช้ในการทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จโดยใช้ VR ก่อนและหลังโปรแกรมการฝึกอบรม

2.2 อัตราข้อผิดพลาด:

วัดจำนวนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยผู้ใช้ขณะปฏิบัติงานโดยใช้ VR ก่อนและหลังโปรแกรมการฝึกอบรม

2.3 อัตราการรักษาความรู้ไว้:

วัดความสามารถของผู้ใช้ในการรักษาความรู้และทักษะที่ได้รับจากการฝึกอบรม VR โดยการทดสอบอีกครั้งหลังจากผ่านไประยะหนึ่ง

3. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วม

ในการรับคำติชมเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกอบรม VR สิ่งสำคัญคือต้องถามผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับประสบการณ์ของพวกเขา ต่อไปนี้เป็นหัวข้อที่ควรครอบคลุมในแบบสอบถาม:

3.1 ด้านการใช้งานแอปพลิเคชัน:

- ใช้งานง่ายของชุดหูฟัง VR และคอนโทรลเลอร์
- ความชัดเจนของคำแนะนำที่ให้ไว้

- การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้
- คุณภาพของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

3.2 เนื้อหาภายในแอปพลิเคชัน:

- ความเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- ระดับการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบ
- คุณภาพของข้อเสนอแนะที่มีให้

4. การประเมินผลการปฏิบัติงาน:

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกอบรม VR จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วม

4.1 การทดสอบก่อนเรียน:

ทำการทดสอบล่วงหน้าเพื่อกำหนดความรู้และทักษะปัจจุบันของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการฝึกอบรม

4.2 การทดสอบหลังเรียน:

ทำการทดสอบหลังจบโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อประเมินความรู้และทักษะของผู้ใช้ที่ได้รับผ่าน VR

4.3 แบบสอบถาม:

ขอให้ผู้เข้าร่วมกรอกแบบสอบถามหลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมการฝึกอบรม VR เพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งาน เนื้อหา และประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน

5. การเก็บข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเป็นส่วนสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติเสมือนจริง (VR) ต่อไปนี้เป็นข้อมูลทั่วไปบางประเภทที่สามารถรวบรวมได้ในระหว่างขั้นตอนการประเมิน:

5.1 เก็บข้อมูลตำแหน่งของมือและศีรษะ

ข้อมูลนี้สามารถรวบรวมได้โดยใช้เซ็นเซอร์หรือกล้องเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของมือและศีรษะของผู้ฝึกในระหว่างการฝึก VR ในการรวบรวมข้อมูลเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุด คุณสามารถใช้

นาฬิกาจับเวลาหรือตัวจับเวลาเพื่อบันทึกระยะเวลาของงานหรือกิจกรรม คุณยังสามารถใช้ซอฟต์แวร์หรือแอปที่ออกแบบมาเพื่อจุดประสงค์นี้ เช่น Toggl หรือ RescueTime ซึ่งช่วยให้คุณติดตามระยะเวลาที่ใช้ในงานหรือกิจกรรมเฉพาะ ตัวอย่างเช่น หากคุณกำลังดำเนินการทดสอบความสามารถในการใช้งาน คุณสามารถใช้นาฬิกาจับเวลาเพื่อบันทึกเวลาที่ผู้เข้าร่วมใช้ในการทำงานให้เสร็จ ตั้งแต่วินาทีที่พวกเขาเริ่มต้นจนถึงช่วงเวลาเสร็จสิ้น

5.2 เก็บข้อมูลเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุด

ข้อมูลนี้สามารถใช้เพื่อคำนวณระยะเวลาของการปฏิบัติ VR และกำหนดระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ในการทำงานเฉพาะให้เสร็จสิ้น ในการรวบรวมข้อมูลเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุด คุณสามารถใช้นาฬิกาจับเวลาหรือตัวจับเวลาเพื่อบันทึกระยะเวลาของงานหรือกิจกรรม คุณยังสามารถใช้ซอฟต์แวร์หรือแอปที่ออกแบบมาเพื่อจุดประสงค์นี้ เช่น Toggl หรือ RescueTime ซึ่งช่วยให้คุณติดตามระยะเวลาที่ใช้ในงานหรือกิจกรรมเฉพาะ ตัวอย่างเช่น หากคุณกำลังดำเนินการทดสอบความสามารถในการใช้งาน คุณสามารถใช้นาฬิกาจับเวลาเพื่อบันทึกเวลาที่ผู้เข้าร่วมใช้ในการทำงานให้เสร็จ ตั้งแต่วินาทีที่พวกเขาเริ่มต้นจนถึงช่วงเวลาเสร็จสิ้น

5.3 เก็บข้อมูลผลลัพธ์การทดสอบ

ข้อมูลนี้อาจรวมถึงจำนวนคำตอบที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง คะแนน หรือเมตริกอื่นๆ ที่วัดความสำเร็จของการปฏิบัติ VR ในการรวบรวมข้อมูลผลการทดสอบ คุณสามารถใช้วิธีการต่างๆ ได้ ขึ้นอยู่กับประเภทของการทดสอบที่กำลังดำเนินการ ตัวอย่างเช่น หากคุณกำลังทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจ คุณสามารถใช้การทดสอบมาตรฐาน เช่น Wechsler Adult Intelligence Scale หรือ Montreal Cognitive Assessment เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการรับรู้ของผู้เข้าร่วม หากคุณกำลังทำการทดสอบทางการแพทย์ คุณสามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณชีพของผู้เข้าร่วม เช่น ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และความอิ่มตัวของออกซิเจน โดยทั่วไปข้อมูลควรเก็บรวบรวมโดยใช้วิธีการที่ตรวจสอบความถูกต้องและเชื่อถือได้เพื่อให้อ้างอิงถึงความถูกต้องและสอดคล้องกัน

5.4 เก็บข้อมูล System Usability Scale

System Usability Scale (SUS) เป็นแบบสอบถามที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินความสามารถในการใช้งานของระบบหรือผลิตภัณฑ์ ในการรวบรวมข้อมูล SUS คุณสามารถจัดการแบบสอบถามให้กับผู้เข้าร่วมหลังจากที่พวกเขาได้ตอบกับระบบหรือผลิตภัณฑ์ แบบสอบถามประกอบด้วยสิบข้อให้คะแนนในระดับห้าจุด และผู้เข้าร่วมสามารถตอบได้ในระยะเวลาอันสั้น คุณยังสามารถใช้ซอฟต์แวร์ เช่น SurveyMonkey หรือ Qualtrics เพื่อจัดการแบบสอบถามออนไลน์และรวบรวมข้อมูลโดยอัตโนมัติ การรวบรวมข้อมูล SUS สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการใช้งานง่ายและประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวมของแนวปฏิบัติ VR

5.5 เก็บข้อมูลความแม่นยำของวัตถุ

ข้อมูลประเภทนี้จะวัดความแม่นยำของการโต้ตอบของผู้ปฏิบัติงานกับวัตถุเสมือนในสภาพแวดล้อม VR ตัวอย่างเช่น สามารถวัดความแม่นยำของผู้ปฏิบัติงานในการหยิบหรือจัดการกับวัตถุเสมือนจริง ในการรวบรวมข้อมูลความแม่นยำของวัตถุ คุณสามารถใช้วิธีการต่างๆ ได้ ขึ้นอยู่กับประเภทของวัตถุที่กำลังวัด ตัวอย่างเช่น หากคุณกำลังวัดความแม่นยำของการเคลื่อนไหวของมือของผู้เข้าร่วม คุณสามารถใช้เป้าหมายหรือเครื่องหมายที่พวกเขาต้องตีด้วยมือ คุณสามารถใช้เซ็นเซอร์หรือกล้องเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของมือของผู้เข้าร่วมและตัดสินใจว่าพวกเขาโจมตีเป้าหมายได้แม่นยำหรือไม่ หรือคุณสามารถใช้ซอฟต์แวร์เช่น OpenCV หรือ MATLAB เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายวิดีโอและคำนวณความแม่นยำของการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วม

5.6 การรวมข้อมูลในรูปแบบของ Dataset

ข้อมูลที่รวบรวมทั้งหมดสามารถรวมกันเป็นชุดข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติ VR ชุดข้อมูลนี้สามารถรวมประเภทข้อมูลทั้งหมดข้างต้น ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่รวบรวมระหว่างกระบวนการประเมิน ในการรวมข้อมูลในรูปแบบของชุดข้อมูล คุณสามารถใช้ซอฟต์แวร์เช่น Excel หรือ Google ชีตเพื่อจัดระเบียบข้อมูลลงในตารางหรือสเปรดชีต แต่ละแถวในตารางแสดงถึงผู้เข้าร่วม และแต่ละคอลัมน์แสดงถึงตัวแปรหรือชิ้นส่วนของข้อมูลที่รวบรวม จากนั้นคุณสามารถใช้ซอฟต์แวร์ทางสถิติ เช่น SPSS หรือ R เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล สิ่งสำคัญคือต้องแน่ใจว่าข้อมูลได้รับการจัดรูปแบบอย่างสม่ำเสมอและถูกต้อง และข้อมูลที่ขาดหายไปหรือค่าผิดปกติจะได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม



2.2 การรวบรวมข้อมูล

เกณฑ์:

1. ก่อนการฝึกปฏิบัติ
2. ระหว่างการฝึกปฏิบัติ
3. หลังการฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมและการประเมิน: การรวบรวมข้อมูล

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. ก่อนการฝึกปฏิบัติ		
1.1 แบบสอบถามทั่วไปสำหรับผู้เรียน		
1.2 แบบสอบถามความใกล้ชิดของเทคโนโลยี		
2. ระหว่างการฝึกปฏิบัติ		
2.1 PRE-Test		
2.2 POST-Test		
2.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลหลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรม		
3. หลังการฝึกปฏิบัติ		
3.1 บันทึกผลการฝึกปฏิบัติ		
3.2 ผลการฝึกปฏิบัติจากโปรแกรม		
3.3 ผลการฝึกปฏิบัติจากแบบสอบถาม		

คำอธิบาย:

1. ก่อนการฝึกปฏิบัติ

1.1 แบบสอบถามทั่วไปสำหรับผู้เรียน

แบบสอบถามทั่วไปสำหรับผู้เรียนเป็นเครื่องมือสำคัญในการรวบรวมข้อมูลที่สามารถช่วยให้ผู้สอนหรือผู้บริหารเข้าใจความต้องการและความคาดหวังของผู้เรียนได้ดีขึ้น และพัฒนาแนวทางการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพซึ่งตรงกับความต้องการเหล่านั้น แบบสอบถามทั่วไปสำหรับผู้เรียนเป็น

เครื่องมือประเมินผลที่สำคัญที่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับภูมิหลัง ความรู้ และความคาดหวังของผู้เรียนในการปฏิบัติ แบบสอบถามอาจมีคำถามเกี่ยวกับ:

ภูมิหลังของผู้เรียน คำถามนี้อาจรวมถึงคำถามเกี่ยวกับภูมิหลังด้านการศึกษาและอาชีพ ตลอดจนประสบการณ์ก่อนหน้านี้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นๆ

ความรู้และความคาดหวังของผู้เรียน อาจรวมถึงคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนหวังว่าจะได้รับการจากการฝึกปฏิบัติ เป้าหมายการเรียนรู้ และความคาดหวังในการปฏิบัติ

รูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องการ อาจรวมถึงคำถามว่าผู้เรียนต้องการเรียนรู้อย่างไร เช่น ผ่านกิจกรรมภาคปฏิบัติ การบรรยาย หรือการอภิปรายกลุ่ม

ความท้าทายที่ผู้เรียนอาจคาดหวัง อาจรวมถึงคำถามเกี่ยวกับความท้าทายหรืออุปสรรคใดๆ ที่ผู้เรียนคาดว่าจะเผชิญระหว่างการฝึก เช่น ข้อจำกัดด้านเวลาหรือความยากของเนื้อหา

1.2 แบบสอบถามความใกล้ชิดของเทคโนโลยี

แบบสอบถามความใกล้ชิดเชิงเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสะดวกสบายและความคุ้นเคยของผู้เรียนกับเทคโนโลยีหรือเครื่องมือที่พวกเขาจะใช้ในระหว่างการฝึกฝน แบบสอบถามนี้สามารถช่วยให้ผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบตัดสินใจว่าผู้เรียนมีทักษะและความรู้ที่จำเป็นในการใช้เทคโนโลยีหรือเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ หรือต้องการการฝึกอบรมหรือการสนับสนุนเพิ่มเติมหรือไม่ แบบสอบถามยังช่วยระบุอุปสรรคหรือความท้าทายที่ผู้เรียนอาจเผชิญในการใช้เทคโนโลยีหรือเครื่องมือ ซึ่งสามารถแจ้งการตัดสินใจในการออกแบบการเรียนการสอน โดยรวมแล้ว แบบสอบถามความใกล้ชิดเชิงเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือประเมินที่สำคัญที่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าเกี่ยวกับความสามารถที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีของผู้เรียน และเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

2. ระหว่างการฝึกปฏิบัติ

2.1 PRE-Test

PRE-Test เป็นเครื่องมือประเมินผลที่ใช้วัดความรู้และทักษะของผู้เรียนก่อนการฝึกปฏิบัติ โดยการจัดการทดสอบก่อนเรียน สามารถสร้างระดับพื้นฐานของความรู้และทักษะสำหรับผู้เรียนแต่ละคน สิ่งนี้สามารถช่วยสร้างเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของการทดสอบหลังเรียน โดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังการทดสอบ สามารถประเมินประสิทธิผลของแบบฝึกในการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน และพิจารณาว่าแบบฝึกนั้นประสบความสำเร็จในการบรรลุผลการเรียนรู้ที่ต้องการหรือไม่ นอกจากนี้ แบบทดสอบก่อนเรียนยังช่วยระบุจุดอ่อนหรือ

ช่องว่างความรู้ที่ต้องแก้ไขในการฝึกปฏิบัติ ซึ่งสามารถแจ้งการตัดสินใจในการออกแบบการสอนได้ โดยรวมแล้ว PRE-Test เป็นเครื่องมือประเมินผลที่สำคัญที่สามารถให้ข้อเสนอแนะที่มีค่าเกี่ยวกับจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคนและเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

2.2 POST-Test

แบบทดสอบหลังเรียนเป็นเครื่องมือประเมินผลที่ใช้วัดความรู้และทักษะของผู้เรียนหลังการฝึกปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังเรียนกับการทดสอบก่อนเรียน สามารถประเมินประสิทธิผลของแบบฝึกหัดในการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน สิ่งนี้สามารถช่วยระบุจุดแข็งและจุดอ่อนรวมถึงโอกาสในการปรับปรุง แบบทดสอบหลังเรียนยังช่วยตัดสินใจว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของแบบฝึกหรือไม่ และผู้เรียนบรรลุระดับความสามารถที่ต้องการในเนื้อหาอื่นๆ หรือไม่ โดยรวมแล้ว POST-Test เป็นเครื่องมือประเมินผลที่สำคัญที่สามารถให้ข้อเสนอแนะอันมีค่าเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแบบฝึกและเป็นแนวทางในการปรับปรุงแนวปฏิบัติในอนาคต

2.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลหลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรม

แบบสอบถามเพื่อการประเมินหลังการฝึกอบรม: แบบสอบถามนี้ควรรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เรียนเกี่ยวกับประสบการณ์ระหว่างการฝึก อาจรวมถึงคำถามเกี่ยวกับประสิทธิผลของการปฏิบัติ คุณภาพของการสอน และคำแนะนำสำหรับการปรับปรุง

3. หลังการฝึกปฏิบัติ

3.1 บันทึกผลการฝึกปฏิบัติจากโปรแกรม

สิ่งนี้ควรบันทึกผลลัพธ์ที่เป็นกลางของการฝึกปฏิบัติ เช่น อัตราความสำเร็จ เวลาที่ใช้ หรือคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าวิธีที่คุณเลือกนั้นปลอดภัยและสามารถเข้าถึงได้โดยผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น ด้วยการบันทึกผลลัพธ์ของการฝึกปฏิบัติจากโปรแกรม คุณสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน ระบุจุดที่ต้องปรับปรุง และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงคุณภาพของการฝึกปฏิบัติในอนาคต

3.2 ผลการฝึกปฏิบัติจากแบบสอบถาม

สิ่งนี้ควรบันทึกความคิดเห็นส่วนตัวและความคิดเห็นที่รวบรวมจากผู้เรียนผ่านแบบสอบถาม โดยกำหนดประเภทข้อมูลที่ต้องการบันทึก ซึ่งอาจรวมถึงข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพ การให้คะแนน หรือ Likert scales กำหนดวิธีที่คุณจะเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ผ่านแบบสำรวจออนไลน์หรือแบบสอบถามที่เป็นกระดาษ ตรวจสอบให้แน่ใจว่ากระบวนการรวบรวมข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

และถูกต้อง ด้วยการบันทึกและวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากแบบสอบถาม คุณจะได้รับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประสบการณ์และมุมมองของผู้เรียน ระบุจุดที่ต้องปรับปรุง และทำการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติในอนาคต



1736983619

BUU iThesis 63910160 thesis / recv: 15032566 13:16:21 / seq: 53

3. Analysis and Evaluation

ในขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) นั้น คือการวิเคราะห์และประเมินผลของการฝึกปฏิบัติด้วย Virtual Reality (VR) ซึ่งต้องวิเคราะห์ 2 ส่วนที่สำคัญคือ การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล และการวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity โดยในขั้นตอนสุดท้ายของกรอบการทำงานนี้ จะเป็นการวิเคราะห์และประเมินผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้

1. การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล

เกณฑ์:

1. ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
3. ANCOVA

กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ทางสถิติและการประเมินผล

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้		
1.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
1.2 การวิเคราะห์รายการ		
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน		
2.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง		
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)		
3.1 การทดสอบ F		
3.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์		
3.3 เปรียบเทียบความแปรผันระหว่างกลุ่มกับความผันแปรภายในกลุ่ม		

คำอธิบายเกณฑ์:

1. ค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินผลแบบทดสอบความรู้

1.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสถิติที่ใช้กันทั่วไปในการประเมินแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและความแปรปรวนของคะแนนในการทดสอบความรู้ ค่าเฉลี่ยแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยของผู้สอบทั้งหมด ในขณะที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานบ่งชี้ว่าคะแนนของแต่ละคนแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด การคำนวณสถิติเหล่านี้สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิภาพของผู้เรียน และตัดสินใจว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ดีหรือแย่ อย่างไรก็ตาม การพิจารณาวัตถุประสงค์ของการทดสอบที่เฉพาะเจาะจงและตีความสถิติเหล่านี้ในบริบทนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ควรพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนอย่างเต็มที่

1.2 การวิเคราะห์รายการ

การวิเคราะห์รายการเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของรายการทดสอบแต่ละรายการเพื่อกำหนดประสิทธิภาพในการวัดความรู้หรือการวัดทักษะ โดยจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระดับความยากของคำถามแต่ละข้อและอำนาจในการแยกแยะเพื่อให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการออกแบบแบบทดสอบและประสิทธิภาพในการแยกความแตกต่างระหว่างผู้เรียนที่มีผลการเรียนดีและผลการเรียนต่ำ ระดับความยากของคำถามหมายถึงเปอร์เซ็นต์ของนักเรียนที่ตอบถูก รายการที่มีความยากสูงแสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง ในขณะที่ความยากต่ำบ่งชี้ว่ามีผู้เรียนเพียงไม่กี่คนที่ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง รายการที่ง่ายหรือยากเกินไปอาจไม่มีผลในการวัดความรู้หรือทักษะ นักการศึกษาหรือนักวิจัยควรพิจารณาแก้ไขหรือลบออกจากแบบทดสอบ การวิเคราะห์รายการคำถามสามารถกำหนดว่ารายการใดมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการวัดความรู้หรือทักษะที่ได้รับการประเมิน และแจ้งการตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ไขหรือปรับปรุงการทดสอบเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเป้าหมายการประเมิน

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง นักวิจัยจะกำหนดขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวอย่าง และคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสองตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ANCOVA เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มในขณะที่ควบคุมผลกระทบของตัวแปรต่อเนื่องตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป ซึ่งเรียกว่าตัวแปรร่วม มันขยาย ANOVA โดยคำนึงถึงอิทธิพลของความแปรปรวนร่วมเหล่านี้ นักวิจัยสามารถใช้วิธีการทางสถิติหลายวิธีในการทดสอบสมมติฐานในแบบจำลอง ANCOVA ได้แก่:

3.1 F-test เพื่อทดสอบนัยสำคัญโดยรวมของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบความแปรผันที่อธิบายได้ (ความแปรผันที่อธิบายโดยตัวแปรอิสระและตัวแปรร่วม) กับการแปรผันที่อธิบายไม่ได้ (ความแปรผันที่เหลือ)

3.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ พร้อมควบคุมผลกระทบของตัวแปรร่วม

3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ANCOVA เกี่ยวข้องกับการปรับแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นเพื่อประเมินผลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามในขณะที่ควบคุมตัวแปรร่วม ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยวัดการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตามที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหน่วยในตัวแปรอิสระในขณะที่ยกค่าคงที่ของตัวแปรร่วม

3.4 ANCOVA สามารถทดสอบได้โดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มและความแปรปรวนภายในกลุ่ม ANCOVA รวมถึงความแปรปรวนร่วมในแบบจำลองเพื่อควบคุมผลกระทบ ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มได้แม่นยำยิ่งขึ้น สูตรทั่วไปสำหรับ ANCOVA สามารถแสดงเป็น:

$$Posttest\ scores = a + bGroup + cPretest\ scores + e$$

$$Posttest\ scores = a + bGroup + cPretest\ scores + e$$

เมื่อ คะแนนหลังการทดสอบเป็นตัวแปรตาม

a คือ การสุกักกัน

b คือ ขนาดผลกระทบสำหรับกลุ่มตัวแปรอิสระ (การรักษาเทียบกับกลุ่มควบคุม)

c คือ ขนาดเอฟเฟกต์สำหรับคะแนน Pretest ที่มีความแปรปรวนร่วม

e คือ ระยะเวลาข้อผิดพลาด

ในการดำเนินการ ANCOVA ก่อนอื่นเราต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b และ c) และการสุกักกัน (a) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ดังสมการ

Adjusted Mean

$$= \text{Mean Post} \\ + (\text{Regression Coefficient for Pre}) \\ * (\text{Mean Pre} - \text{Grand Mean Pre})$$

เมื่อ

Mean Post = ค่าเฉลี่ยของค่า Post สำหรับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

Mean Pre = ค่าเฉลี่ยของค่า Pre สำหรับกลุ่มเฉพาะ

Grand Mean Pre = ค่าเฉลี่ยของค่า Pre สำหรับทุกกลุ่มรวมกัน

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการคำนวณการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบโดยใช้ ANCOVA:

การศึกษาต้องการเปรียบเทียบประสิทธิผลของการฝึกอบรมความจริงเสมือนกับการฝึกอบรมในห้องเรียนแบบดั้งเดิมเพื่อการเรียนรู้ทักษะใหม่ นักวิจัยจัดการทดสอบล่วงหน้าเพื่อประเมินระดับทักษะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมก่อนที่จะสุ่มกำหนดพวกเขาให้กับกลุ่มเสมือนจริงหรือกลุ่มฝึกอบรมแบบดั้งเดิม หลังจากการฝึกอบรม พวกเขาจัดการทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินระดับทักษะอีกครั้ง

นี่คือข้อมูล:

- คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดสอบสำหรับกลุ่มความจริงเสมือน: 25
- คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดสอบสำหรับกลุ่มฝึกอบรมแบบดั้งเดิม: 23
- คะแนนเฉลี่ยก่อนสอบสูง: 24
- คะแนนเฉลี่ยหลังการทดสอบสำหรับกลุ่มความจริงเสมือน: 40
- คะแนนเฉลี่ยหลังการทดสอบสำหรับกลุ่มฝึกอบรมแบบดั้งเดิม: 35

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับคะแนนการทดสอบก่อนเรียนคือ 0.8

ในการคำนวณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วสำหรับกลุ่มความจริงเสมือน:

ค่าเฉลี่ยที่ปรับปรุงแล้ว = ค่าเฉลี่ยภายหลัง + (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับค่าก่อนหน้า)*
(ค่าเฉลี่ยล่วงหน้า - ค่าเฉลี่ยขั้นสูง)

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว = $40 + (0.8) * (25 - 24)$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว = 40.8

ในการคำนวณค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วสำหรับกลุ่มการฝึกอบรมแบบดั้งเดิม:

ค่าเฉลี่ยที่ปรับปรุงแล้ว = ค่าเฉลี่ยภายหลัง + (ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับค่าก่อนหน้า)*
(ค่าเฉลี่ยล่วงหน้า - ค่าเฉลี่ยขั้นสูง)

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว = $35 + (0.8) * (23 - 24)$

ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้ว = 34.2

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยหลังการทดสอบที่ปรับแล้วสำหรับกลุ่มความจริงเสมือนคือ 40.8 และ
สำหรับกลุ่มการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมคือ 34.2

โดยสรุป ANCOVA เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มในขณะที่
ควบคุมผลกระทบของความแปรปรวนร่วม ในการทดสอบสมมติฐานในแบบจำลอง ANCOVA นักวิจัย
สามารถใช้ F-test, ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน, ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย และ ANOVA

2. การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity

เกณฑ์:

1. การเก็บข้อมูล Activity data มือซ้าย มือขวา ศรีษะ
2. การจัดการกับ Missing data
3. การทำการ combine ข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย ขวา และศรีษะให้เป็น Dataset
4. การทำการเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึง
5. การทำการทดสอบ 3 ครั้ง และเทียบ 3 ครั้งในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน
6. การเปรียบเทียบความคล้าย

กิจกรรมและการประเมิน: การวิเคราะห์ความเหมือนด้วยวิธีการ Cosine Similarity

กิจกรรม	การประเมิน	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. การเก็บข้อมูล		
2. การจัดการกับ Missing data		
3. การทำการ combine ข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย ขวา และศรีษะให้เป็น Dataset		
4. การทำการเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึง		
5. การทำการทดสอบ 3 ครั้ง และเทียบ 3 ครั้งในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน		
6. การเปรียบเทียบความคล้าย		

คำอธิบายเกณฑ์:

ความคล้ายคลึงกันของโคไซน์เป็นวิธีการที่ใช้ในการวัดความคล้ายคลึงกันระหว่างสองเวกเตอร์ ในบริบทของการวิเคราะห์การฝึก VR สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลตำแหน่งของมือซ้าย

มือขวา และระหว่างเซสชันการฝึกต่างๆ เพื่อพิจารณาว่ามีการปรับปรุงประสิทธิภาพเมื่อเวลาผ่านไปหรือไม่ สูตรทั่วไปสำหรับความคล้ายคลึงกันของโคไซน์คือ:

$$\text{cosine similarity} = (A \cdot B) / (||A|| ||B||)$$

โดยที่ A และ B เป็นเวกเตอร์สองตัวและ $||A||$ และ $||B||$ เป็นขนาดตามลำดับ

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของวิธีการใช้ความคล้ายคลึงกันของโคไซน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลการ

ปฏิบัติ VR:

1. การเก็บข้อมูล

ข้อมูลตำแหน่งของมือซ้าย มือขวา และศีรษะจะถูกรวบรวมในระหว่างการฝึกซ้อม VR ผ่านระบบซอฟต์แวร์ Unity ที่ช่วยให้สังเกตแบบเรียลไทม์ว่าสภาพแวดล้อม VR ได้ตอบกับผู้ใช้

อย่างไร

2. การจัดการกับ Missing data

การจัดการกับ Missing data เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจาก Missing data หมายถึงข้อมูลที่ขาดหายไปในช่วงข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อวิเคราะห์และการตีความผลของการวิเคราะห์ ดังนั้น การจัดการกับ Missing data จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

วิธีการจัดการกับ Missing data นั้นมีหลายวิธี เช่น

- ลบข้อมูลที่ขาดหายไปออกจากชุดข้อมูล
- ใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่ามัธยฐานของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันมาเติมในช่องข้อมูลที่ขาดหายไป
- ใช้ข้อมูลจากข้อมูลอื่น ๆ เช่น ข้อมูลจากกลุ่มคนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาเติมในช่องข้อมูลที่ขาดหายไป
- ใช้โมเดลเพื่อทำนายค่าของช่องข้อมูลที่ขาดหายไป โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นข้อมูลเข้าช่องข้อมูลที่ขาดหายไป

การเลือกวิธีการจัดการกับ Missing data นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณของข้อมูลที่ขาดหายไป และวิธีการจัดการที่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้นๆ

3. การทำการ combine ข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย ขวา และศีรษะให้เป็น Dataset

สำหรับการรวบรวมข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย(X,Y,Z) ขวา(X,Y,Z) และศีรษะ(X,Y,Z) เพื่อสร้าง Dataset ในรูปแบบ Data frame นั้น จะมีขั้นตอนดังนี้

กำหนดชื่อคอลัมน์ (columns) ของ Dataset โดยให้เป็น X_left, Y_left, Z_left, X_right, Y_right, Z_right, X_head, Y_head, Z_head

สร้าง List ของข้อมูลตำแหน่งของ มือซ้าย(X,Y,Z) ขวา(X,Y,Z) และศีรษะ(X,Y,Z)

นำ List ของข้อมูลตำแหน่งที่ได้มาใส่ใน DataFrame โดยใช้คำสั่ง pandas.DataFrame() และกำหนดค่า columns ให้เท่ากับชื่อคอลัมน์ที่กำหนดไว้

ตัวอย่างของ Code สำหรับการสร้าง Dataframe ใน Python:

```
import pandas as pd
```

```
# กำหนดชื่อคอลัมน์ของ Dataset
```

```
columns = ['X_left', 'Y_left', 'Z_left', 'X_right', 'Y_right', 'Z_right', 'X_head', 'Y_head', 'Z_head']
```

```
# สร้าง List ของข้อมูลตำแหน่ง
```

```
data = [[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
```

```
        [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10],
```

```
        [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]]
```

```
# สร้าง DataFrame
```

```
df = pd.DataFrame(data, columns=columns)
```

```
# แสดงผลลัพธ์
```

```
print(df)
```

Output:

	X_left	Y_left	Z_left	X_right	Y_right	Z_right	X_head	Y_head	Z_head
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

โดยตัวอย่างของ Code นี้จะสร้าง DataFrame โดยมี 3 แถวและ 9 คอลัมน์ ซึ่งแต่ละแถวจะเป็นข้อมูลตำแหน่งมือซ้าย(X,Y,Z) ขวา(X,Y,Z) และศรีษะ(X,Y,Z)

4. การทำการเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึง

ในการใช้ Cosine Similarity เพื่อทดสอบความคล้ายคลึงระหว่างเวกเตอร์ทั้งสอง เราจะต้องทำการปรับรูปแบบของข้อมูลให้เป็นเวกเตอร์ก่อน โดยเราสามารถใช้ค่า X_left, Y_left, Z_left, X_right, Y_right, Z_right, X_head, Y_head, Z_head ในแต่ละแถวเป็นค่าจำนวนจริง 9 ตัวเป็นเวกเตอร์เดียวกัน ดังนั้น ในข้อมูลนี้ จะมีจำนวนเวกเตอร์ทั้งหมด 3 เวกเตอร์ (แถว)

เราสามารถเขียนโปรแกรม Python เพื่อทำการคำนวณ Cosine Similarity ได้ดังนี้:

```
import numpy as np
```

```
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
```

```
# กำหนดข้อมูลเป็นเวกเตอร์
```

```
vectors = np.array([[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
```

```
                  [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10],
```

```
                  [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]])
```

```
# คำนวณ cosine similarity
```

```
similarity_matrix = cosine_similarity(vectors)
```

```
# แสดงผลลัพธ์
```

```
print(similarity_matrix)
```

ผลลัพธ์ที่ได้คือ:

```
[[1.      0.99966041 0.99933311]
 [0.99966041 1.      0.99989894]
 [0.99933311 0.99989894 1.      ]]
```

จากผลลัพธ์ข้างต้น เราสามารถสรุปได้ว่าเวกเตอร์แถวที่ 1 มีความคล้ายคลึงกับเวกเตอร์แถวที่ 2 และ 3 อย่างแท้จริง โดยมีค่า Cosine Similarity เท่ากับ 0.99966041 และ 0.99933311 ตามลำดับ

ส่วนเวกเตอร์แถวที่ 2 กับ 3 ก็มีความคล้ายคลึงกันเช่นกัน โดยมีค่า Cosine Similarity เท่ากับ 0.99989894

5. การทำการทดสอบ 3 ครั้ง

การเทียบโดยใช้ Cosine Similarity ในการทดสอบความคล้ายคลึงจะต้องใช้ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกัน ดังนั้น ในการทดสอบ 3 ครั้ง ในระยะเวลา 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน เราต้องมีข้อมูลที่ต้องการเทียบเป็นเวกเตอร์ และต้องมีข้อมูลที่เป็นเวกเตอร์เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ

สมมติว่าเรามีข้อมูลที่ต้องการเทียบเป็นเวกเตอร์ 3 เวกเตอร์ ดังนี้

```
import numpy as np
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
```

```
# กำหนดข้อมูลเป็นเวกเตอร์
```

```
data = np.array([[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
                 [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10],
                 [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]])
```

```
# ตัวเปรียบเทียบ
```

```
comparator = np.array([[2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]])
```

คำนวณ cosine similarity ของตัวเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ต้องการเทียบในระยะเวลา
ต่าง ๆ

```
for days in [3, 5, 7]:
```

```
    # คำนวณข้อมูลที่ต้องการเทียบในระยเวลานั้นๆ
```

```
    data_days = data[:days, :]
```

```
    # คำนวณ cosine similarity
```

```
    similarity = cosine_similarity(comparator, data_days)
```

```
    # แสดงผลลัพธ์
```

```
    print(f"Cosine similarity in {days} days: {similarity}")
```

ผลลัพธ์ที่ได้คือ:

Cosine similarity in 3 days: [[0.99966041 0.99933311 0.99898995]]

Cosine similarity in 5 days: [[0.99966041 0.99933311 0.99898995]]

Cosine similarity in 7 days: [[0.99966041 0.99933311 0.99898995]]

6. การเปรียบเทียบความคล้าย

คะแนนความคล้ายคลึงกันของโคไซน์จะถูกเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบทั้งสามรายการ หากคะแนนเข้าใกล้ 1 แสดงว่าการปฏิบัติ VR นั้นมีประสิทธิภาพสูง

บรรณานุกรม

- Alsop, T. (2021). "AR/VR use case spending CAGR worldwide 2018-2023." from <https://www.statista.com/statistics/1012881/worldwide-ar-vr-spending-use-case-cagr/>.
- Artese, M. T., G. Ciocca and I. Gagliardi (2017). "Evaluating perceptual visual attributes in social and cultural heritage web sites." *Journal of Cultural Heritage* 26 91-100.
- Botella, C., J. Fernandez-Alvarez, V. Guillen, A. Garcia-Palacios and R. Banos (2017). "Recent Progress in Virtual Reality Exposure Therapy for Phobias A Systematic Review." *Curr Psychiatry Rep* 19(7) 42.
- Brooke, J. (1995). "SUS A quick and dirty usability scale." *Usability Eval. Ind.* 189.
- Brooke, J. (2013). "SUS a retrospective." *Journal of usability studies* 8(2) 29-40.
- Campbell DT, S. J. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*, Wadsworth.
- Dewey, J. (1902). "The child and the curriculum." *Chicago University of Chicago Press*.
- Dick, W., and Carey, L. (2004). *The Systematic Design of Instruction*.
- Engelbrecht, H., R. W. Lindeman and S. Hoermann (2019). "A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality for Firefighter Training." *Front Robot AI* 6 101.
- Graham, G. (2019). "Behaviorism." Spring 2019. from <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/behaviorism/>.
- Grassini, S. and K. Laumann (2020). Evaluating the use of Virtual Reality in Work Safety A Literature Review. *Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference* 4964-4971.
- Gregory Baratoff, H. R. (2004). "<978-1-4471-3873-0_12 (1).pdf>."
- Häkikilä, J., P. Hannula, E. Luiro, E. Launne, S. Mustonen, T. Westerlund and A. Colley (2019). Visiting a virtual graveyard. *Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia* 1-4.
- Hou, G., H. Dong and Y. Yang (2017). Developing a Virtual Reality Game User Experience Test Method Based on EEG Signals. *2017 5th International Conference on Enterprise Systems (ES)* 227-231.

- Katsigiannis, S., R. Willis and N. Ramzan (2019). "A QoE and Simulator Sickness Evaluation of a Smart-Exercise-Bike Virtual Reality System via User Feedback and Physiological Signals." IEEE Transactions on Consumer Electronics 65(1) 119-127.
- Kimmons, R. C., S (2020). The Students' Guide to Learning Design and Research, EdTech Books.
- Li L, Y. F., Shi D, Shi J, Tian Z, Yang J, Wang X, Jiang Q. (2017). "Application of virtual reality technology in clinical medicine." Am J Transl Res.
- Makransky, G., S. Borre-Gude and R. E. Mayer (2019). "Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments." Journal of Computer Assisted Learning 35(6) 691-707.
- McKinney, B., A. Dbeis, A. Lamb, P. Frousiakis and S. Sweet (2022). "Virtual Reality Training in Unicompartmental Knee Arthroplasty A Randomized, Blinded Trial." Journal of Surgical Education 79(6) 1526-1535.
- McLeod, S. A. (2017, Oct 24). "Kolb - learning styles." from www.simplypsychology.org/learning-kolb.html.
- McLeod, S. A. (2019, July 17). "Constructivism as a theory for teaching and learning." from www.simplypsychology.org/constructivism.html.
- Melo, M., G. Goncalves, P. Monteiro, H. Coelho, J. Vasconcelos-Raposo and M. Bessa (2022). "Do Multisensory Stimuli Benefit the Virtual Reality Experience? A Systematic Review." IEEE Trans Vis Comput Graph 28(2) 1428-1442.
- Moher, D., A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman and P. Group (2009). "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses the PRISMA statement." PLoS Med 6(7) e1000097.
- Moor, I. W. a. K. D. (2014). "Chapter 3 Quality of Experience Versus User Experience." Springer International Publishing Switzerland.
- Mourtzis, D. (2018). Development of Skills and Competences in Manufacturing Towards Education 4.0 A Teaching Factory Approach. Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing 194-210.
- Ormell, C. P. (1974). "Bloom's taxonomy and the objectives of education." Educational Research 17(1) 3-18.

- Patrick Le Callet, S. M. a. A. P., eds., (2012). "European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services (COST Action IC 1003)."
- Radianti, J., T. A. Majchrzak, J. Fromm and I. Wohlgenannt (2020). "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education Design elements, lessons learned, and research agenda." Computers & Education 147.
- Rauch, E., M. Unterhofer, R. A. Rojas, L. Gualtieri, M. Woschank and D. T. Matt (2020). "A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises." Sustainability 12(9).
- Roth, D., Lugin, J.-L., Galakhov, D., Hofmann, A., Bente, G., Latoschik, M.E., Fuhrmann, A. (2016). "Avatar realism and social interaction quality in virtual reality."
- Schwarz, S., G. Regal, M. Kempf and R. Schatz (2020). Learning Success in Immersive Virtual Reality Training Environments Practical Evidence from Automotive Assembly. Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction Shaping Experiences, Shaping Society 1-11.
- Siemens, G. (2004). "Connectivism A learning theory for the digital age." from <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.
- Siemens, G. (2005). "Connectivism A learning theory for the digital age." International Journal of Instructional Technology and Distance Learning.
- Stephan Hertweck, D. W., Hisham Alwanni, Fabian Unruh, Martin Fischbach, Marc Erich Latoschik, and and T. Ball (2019). "Brain Activity in Virtual Reality Assessing Signal Quality of High-Resolution EEG While Using Head-Mounted Displays."
- T, W. (2017). "Measuring and Interpreting System Usability Scale (SUS)." Retrieved 25 January, 2023, from <https://uiuxtrend.com/measuring-system-usability-scale-sus/>.
- Tuggy, M. L. (1998). "Virtual Reality Flexible Sigmoidoscopy Simulator Training Impact on Resident Performance." The Journal of the American Board of Family Practice 11(6) 426.
- Wang, M., C. C. Wang, S. Sepasgozar and S. Zlatanova (2020). "A Systematic Review of Digital Technology Adoption in Off-Site Construction Current Status and Future Direction towards Industry 4.0." Buildings 10(11).
- Wikipedia. "Constructivism (philosophy of education)." from [https://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_\(philosophy_of_education\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Constructivism_(philosophy_of_education)).

Wilson, C. J. and A. Soranzo (2015). "The Use of Virtual Reality in Psychology A Case Study in Visual Perception." Comput Math Methods Med 2015 151702.

Yu, S.-J., Y.-L. Hsueh, J. C.-Y. Sun and H.-Z. Liu (2021). "Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing." Computers and Education Artificial Intelligence 2.

Zhang, Y., H. Liu, S.-C. Kang and M. Al-Hussein (2020). "Virtual reality applications for the built environment Research trends and opportunities." Automation in Construction 118.

Zolotová, I., P. Papcun, E. Kajáti, M. Miškuf and J. Mocnej (2020). "Smart and cognitive solutions for Operator 4.0 Laboratory H-CPPS case studies." Computers & Industrial Engineering 139.

