

Metaverse: Application, Challenges to the Intelligent World

Pattanapong Pothipasa¹, Ratchadaphorn Thirawan², Titiya Netwong^{3,*}

ABSTRACT

The metaverse is the changing paradigm of the next-generation Internet. The goal is to create a collaborative virtual space of a virtual community fully immersed in technology. Metaverse expanded play, work, and social space. Powered by the advancement of emerging technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and Blockchain in addition to virtual technology such as Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), and Extended Reality (XR). To create a metaverse ecosystem consisting of avatars, content creation, virtual economy, ecological social acceptance, security and privacy. The metaverse applications are diverse in various professions and industries, such as education, libraries and learning resources, medicine, digital commerce, tourism, entertainment, exhibitions and art, transportation, and service applications, etc. However, it is also challenging to develop metaverses regarding the security and privacy of the metaverse and parallel worlds. It is an essential issue in the development of a just society. There is a virtual community equality parallel to the physical world and no cyberbullying, which will be able to make the most effective use of such technology to benefit a sustainable intelligent world.

Keywords: Avatars, Intelligent World, Metaverse, Virtual Environment

Published Online: 24 September 2025

ISSN: 3057-0778 (Online)

Pattanapong Pothipasa¹

¹Faculty of Liberal Arts and Sciences,
Sisaket Rajabhat University
(info@sskru.ac.th)

Ratchadaphorn Thirawan²

²Faculty of Humanities and Social
Sciences, Sakon Nakhon Rajabhat
University
(ratchadaphornmt@yahoo.com)

Titiya Netwong^{3,*}

³Faculty of Science, Suan Dusit
University
(titiya_net@dusit.ac.th)

* *Corresponding Author*

Received date: 18 October 2022

Revised date#1: 5 January 2023

Revised date#2: 23 September 2025

Accepted date: 24 September 2025

เมตาเวิร์ส: การประยุกต์ใช้ ความท้าทายสู่โลกอัจฉริยะ

พัฒนพงษ์ โพธิ์ปัสสา¹ รัชฎาพร ธีรารวรรณ² ฐิติยา เนตรวงษ์^{3*}

บทคัดย่อ

เมตาเวิร์สเป็นกระบวนทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไปของอินเทอร์เน็ตยุคหน้า มีเป้าหมายเพื่อสร้างพื้นที่เสมือนที่ใช้งานร่วมกันของชุมชนเสมือนจริงให้เต็มค่า เทคโนโลยีอย่างเต็มที่ เป็นการขยายพื้นที่เล่น ทำงาน และเข้าสังคม ขับเคลื่อนโดยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอุบัติใหม่ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง บล็อกเชน นอกเหนือจากเทคโนโลยีเสมือน เช่น ความจริงเสมือน ความเป็นจริงเสริม ความเป็นจริงผสม และความเป็นจริงขยาย เพื่อก่อเกิดนิเวศเมตาเวิร์สซึ่งประกอบด้วย อวตาร์ การสร้างสรรค์เนื้อหา เศรษฐกิจเสมือน การยอมรับสังคมในระบบนิเวศ ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สมีความหลากหลายในสาขาอาชีพและอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การศึกษา ห้องสมุด แหล่งเรียนรู้ การแพทย์ ธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว ความบันเทิง การจัดนิทรรศการ งานศิลปะ การขนส่ง และการประยุกต์ใช้ด้านงานบริการต่าง ๆ อย่างไรก็ตามยังมีความท้าทายในการพัฒนาเมตาเวิร์สในด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของโลกเมตาเวิร์ส ที่เป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาเพื่อให้เกิดสังคมยุติธรรม มีความเท่าเทียมของชุมชนเสมือนจริงขนานไปกับโลกทางกายภาพ และไม่เกิดการระรานทางไซเบอร์ ซึ่งจะสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์ได้สูงสุดในโลกอัจฉริยะอย่างยิ่งยั้ง

คำสำคัญ: เมตาเวิร์ส โลกอัจฉริยะ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง อวตาร์

Published Online: 24 กันยายน 2568

ISSN: 3057-0778 (Online)

พัฒนพงษ์ โพธิ์ปัสสา¹

¹คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

(info@sskru.ac.th)

รัชฎาพร ธีรารวรรณ²

²คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

(ratchadaphorn@yahoo.com)

ฐิติยา เนตรวงษ์^{3*}

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

(titiya_net@dusit.ac.th)

*Corresponding Author

Received date: 18 ตุลาคม 2565

Revised date#1: 5 มกราคม 2566

Revised date#2: 23 กันยายน 2568

Accepted date: 24 กันยายน 2568

1. บทนำ

ราชบัณฑิตยสภา มีมติบัญญัติคำว่า Metaverse ว่า "จักรวาลอนฤมิต" หรือเขียนทับศัพท์ว่า "เมตาเวิร์ส" ในการประชุมเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2564 เพื่อใช้สำหรับการแปลความหมายอย่างเป็นทางการ ส่วนในการใช้งานทั่วไป การเขียนแบบทับศัพท์ว่า "เมตาเวิร์ส" หรือใช้ศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Metaverse น่าจะได้รับความนิยมมากกว่า (TECHSAUCE, 2021) ซึ่งในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเมตาเวิร์สได้รับความสนใจอย่างมากจากทั่วโลกด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเมตาเวิร์ส เพื่อก่อให้เกิดสังคมที่เป็นจริงให้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงและทางกายภาพมากขึ้น สะท้อนแนวคิดเรื่องความเท่าเทียมด้านเชื้อชาติ เพศ อายุ รวมถึงความพิการทางร่างกาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อสังคม (Duan et al., 2021) รวมถึงการนำศักยภาพมหาศาลของเมตาเวิร์สมาประยุกต์ใช้ในสาขาอาชีพและอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เมตาเวิร์สเป็นชุมชนมัลติมีเดียแบบโต้ตอบอาศัยผู้ใช้ออนไลน์จำนวนมากในโลกเสมือน เมตาเวิร์สผสานรวมโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนจริงได้อย่างไร้รอยต่อ และช่วยให้ผู้ใช้งานอวตาร์ ได้ดำเนินกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสร้างสรรค การแสดง ความบันเทิง โฆษณาเน็ตเวิร์ก และการซื้อขาย อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในทุกด้านของชีวิตทางกายภาพ ที่ถูกกระตุ้นด้วยเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น ความเป็นจริงขยาย (Extended Reality: XR) 5G หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง บล็อกเชน (Duan et al., 2021; Lee et al., 2021; Yang et al., 2022) จึงกล่าวได้ว่า เมตาเวิร์ส ได้ใช้เทคโนโลยีอุบัติใหม่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงจากอินเทอร์เน็ตปัจจุบันเป็นเมตาเวิร์สเพื่อขยายพื้นที่ทางสังคมผสมผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนจริง เป็นระบบนิเวศดิจิทัลใหม่ที่มีความสามารถในการปรับขนาดและความสามารถในการทำงานร่วมกัน ในฐานะอาณาจักรขนาดมหึมา รวมกันเป็นหนึ่งอย่างถาวร มีการแบ่งปัน มีความปลอดภัย และความเป็นส่วนตัว (Kang et al., 2022; Lee et al., 2021) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อโลกแห่งความเป็นจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการช่วยสำหรับการเข้าถึง ความหลากหลาย ความเสมอภาค และความเป็นมนุษย์

เนื่องด้วยข้อจำกัดที่รุนแรงในการเคลื่อนไหวทางกายภาพอันเกิดจากการระบาดของโควิด-19 การพัฒนาและใช้งานเมตาเวิร์สได้ถูกนำมาใช้งานเพื่อนำเสนอบริการเสมือน ธุรกิจออนไลน์ (Han et al., 2021) รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรม การอยู่ร่วมกันของความเป็นจริงทางกายภาพและเสมือนที่ตัวตนบนโลกออนไลน์และออฟไลน์ไม่แตกต่างกัน (Park & Kim, 2022) จึงทำให้เมตาเวิร์สถูกนำมาใช้งานแทบทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐ และเอกชนทั่วโลก

ในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิดเบื้องต้นเมตาเวิร์สในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเมตาเวิร์ส เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง องค์ประกอบสำคัญเพื่อการพัฒนาเมตาเวิร์ส การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการศึกษา ห้องสมุดแหล่งเรียนรู้ การแพทย์ ธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว ความบันเทิง การจัดการทรัพยากรและงานศิลปะ การขนส่ง และการประยุกต์ใช้งานด้านบริการต่าง ๆ จึงเป็นความท้าทายสู่โลกคู่ขนานและอนาคตแห่งโลกอัจฉริยะต่อการพัฒนาเมตาเวิร์ส ซึ่งแนวโน้มโลกแห่งอนาคตต่างก็นำเทคโนโลยีอุบัติใหม่เกิดขึ้นมาประยุกต์ใช้มากขึ้นจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานและความเป็นส่วนตัวของโลกเมตาเวิร์ส ให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแห่งอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์ได้สูงสุด เป็นแนวทางการใช้ชีวิตแบบใหม่ในโลกอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

2. แนวคิดเมตาเวิร์ส

การเติบโตของอินเทอร์เน็ตตั้งแต่ทศวรรษ 1990 ไชเบอร์สเปซมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก เช่น โซเชียลเน็ตเวิร์ก การประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ โลก 3 มิติเสมือน ความเป็นจริงเสริม และเกมโทเคน เป็นต้น สภาพแวดล้อมเสมือนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องที่อิงจาก Second Life จนมาถึง “เมตาเวิร์ส” โดยมีการพัฒนาอย่างกว้างขวางด้วยเทคโนโลยีเกิดใหม่ให้เป็นตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนจากอินเทอร์เน็ตปัจจุบันเป็นเมตาเวิร์ส (Lee et al., 2021; Park & Kim, 2022)

1. ความหมายของเมตาเวิร์ส

คำว่า เมตาเวิร์ส หมายถึง การเชื่อมต่อประสบการณ์โลกดิจิทัลเสมือนจริงสู่ผู้ใช้งาน ทำให้การใช้ชีวิตบนโลกกายภาพเชื่อมโยงโลกดิจิทัลแบบไร้รอยต่อและไร้ขีดจำกัดมากยิ่งขึ้นด้วยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ความเป็นจริงผสม (Mixed Reality: MR) และความเป็นจริงขยาย (Extended Reality: XR) รวมถึงเทคโนโลยีอุบัติใหม่ เช่น หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง บล็อกเชน โดยผู้คนสามารถสร้างประสบการณ์ในโลกดิจิทัลผ่านการอวตารที่สอดคล้องกับไลฟ์สไตล์ของผู้ใช้งานที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง โดยลักษณะสำคัญของเมตาเวิร์สจะต้องสามารถโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กัน ความมีตัวตนจากการที่ผู้ใช้อวตาร และความคงอยู่ (Diaz & Saldaña, 2020; Duan et al., 2021; Lee et al., 2021)

Lee et al. (2021) ระบุว่า สถาปัตยกรรมเมตาเวิร์ส ต้องมีอย่างน้อย 3 องค์ประกอบคือ โครงสร้างพื้นฐาน การโต้ตอบ และระบบนิเวศ มีคุณลักษณะสำคัญเพื่อประโยชน์ทางสังคมดังต่อไปนี้

1) อำนวยความสะดวกในการเข้าถึง โดยในสถานการณ์โควิด-19 ที่จะต้องลดการดำเนินกิจกรรมทางกายภาพเพื่อลดการแพร่ระบาด เมตาเวิร์สมีส่วนช่วยในการเข้าถึงที่ดีเพื่อตอบสนองความต้องการทางสังคม โดยกิจกรรมเสมือนจริงเกิดขึ้น เช่น การจัดพิธีสำเร็จการศึกษา คอนเสิร์ต ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าและปลอดภัยสูงขึ้น

2) ความหลากหลายเพื่อสนองความต้องการของแต่ละคน อันเกิดจากข้อจำกัดทางกายภาพ เช่น ภูมิศาสตร์ ภาษา ที่โลกแห่งความเป็นจริงไม่สามารถรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ไว้ในที่เดียวต้องสนองความต้องการของแต่ละคน แต่เมตาเวิร์สที่เป็นโลกเสมือนจริง ได้ขยายพื้นที่โดยไม่มีข้อจำกัดและการแปลงฉากที่ไร้รอยต่อ กิจกรรมต่าง ๆ สามารถพบได้ในเมตาเวิร์ส เช่น การศึกษา ช้อปปิ้ง รมรงค์ทางการเมือง งานศิลปะ การอีเวนต์ เป็นต้น ดังนั้นความต้องการที่หลากหลายของสังคมทางกายภาพจึงได้รับความสนใจดำเนินกิจกรรมอย่างมากในเมตาเวิร์ส

3) ความเท่าเทียม มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเท่าเทียม เช่น เชื้อชาติ เพศ ความทุพพลภาพ และทรัพย์สิน ในเมตาเวิร์ส ซึ่งทุกคนในเมตาเวิร์สสามารถปรับแต่งอวตาร มีส่วนร่วมในระบบนิเวศและควบคุมได้

4) ความเป็นมนุษยชาติ เป็นปรากฏการณ์ทางจิตวิญญาณและวัฒนธรรม เพื่อเป็นมรดกสำหรับมนุษยชาติ ซึ่งสามารถทำการบำรุงรักษา การแสวงหา ศักดิ์ศรี และคุณค่าในสังคม โดยการสื่อสารและการปกป้องวัฒนธรรมของมวลมนุษยชาติในเมตาเวิร์ส

จากความหมาย คุณลักษณะสำคัญของเมตาเวิร์ส ทำให้เมตาเวิร์สถูกนำไปใช้ประโยชน์มากมายที่โลกทางกายภาพไม่สามารถทำได้ ซึ่งโลกเสมือนจริงสามารถลดข้อจำกัดต่าง ๆ ได้มากมาย การพัฒนาเมตาเวิร์สให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องเข้าใจนิเวศเมตาเวิร์ส และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนศักยภาพของเมตาเวิร์ส ให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. นิเวศเมตาเวิร์ส

Diaz & Saldaña (2020) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเมตาเวิร์สจะต้องมีลักษณะสำคัญอย่างน้อย 3 ประการดังนี้

1) การโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interactivity) ผู้ใช้สามารถสื่อสารกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์กันในเมตาเวิร์ส รวมถึงสามารถใช้งานเครือข่ายสังคม อินสตาแกรม สแนปแชต ขยายการโต้ตอบทั้งส่วนบุคคลและทั่วโลก เชื่อมโยงแพลตฟอร์มดิจิทัลต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องออกจากโลกเมตาเวิร์ส

2) ความมีตัวตน (Corporeity) จากการที่ผู้ใช้งานในเมตาเวิร์สในรูปแบบการอวตาร์ จะมีการพัฒนาเรื่อย ๆ เพื่อความสมจริง และลดข้อจำกัดให้เกิดความเท่าเทียม ตัวอวตาร์จะมีความสมจริงมากกว่าเกม 3 มิติ

3) ความคงอยู่ (Persistence) โปรแกรมที่ใช้อย่างคงทนและพัฒนาต่อไปแม้ว่าสมาชิกจะไม่เชื่อมต่อกันก็ตาม นอกจากนี้ ตำแหน่ง การสนทนา คุณสมบัติต่าง ๆ ในโลกเสมือนจริง จะถูกบันทึกไว้ และจะถูกดึงกลับเมื่อผู้ใช้เชื่อมต่อกับโลกเสมือนอีกครั้ง

ดังนั้นระบบนิเวศของเมตาเวิร์ส จึงต้องรองรับลักษณะสำคัญของเมตาเวิร์ส โดย Lee et al. (2021) ได้อธิบายถึงปัจจัยที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ในนิเวศเมตาเวิร์ส 6 ประการ ประกอบด้วย อวตาร์ การสร้างสรรค์เนื้อหา เศรษฐกิจเสมือน การยอมรับทางสังคม ความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว ความน่าเชื่อถือ และความรับผิดชอบ รายละเอียดดัง Figure 1

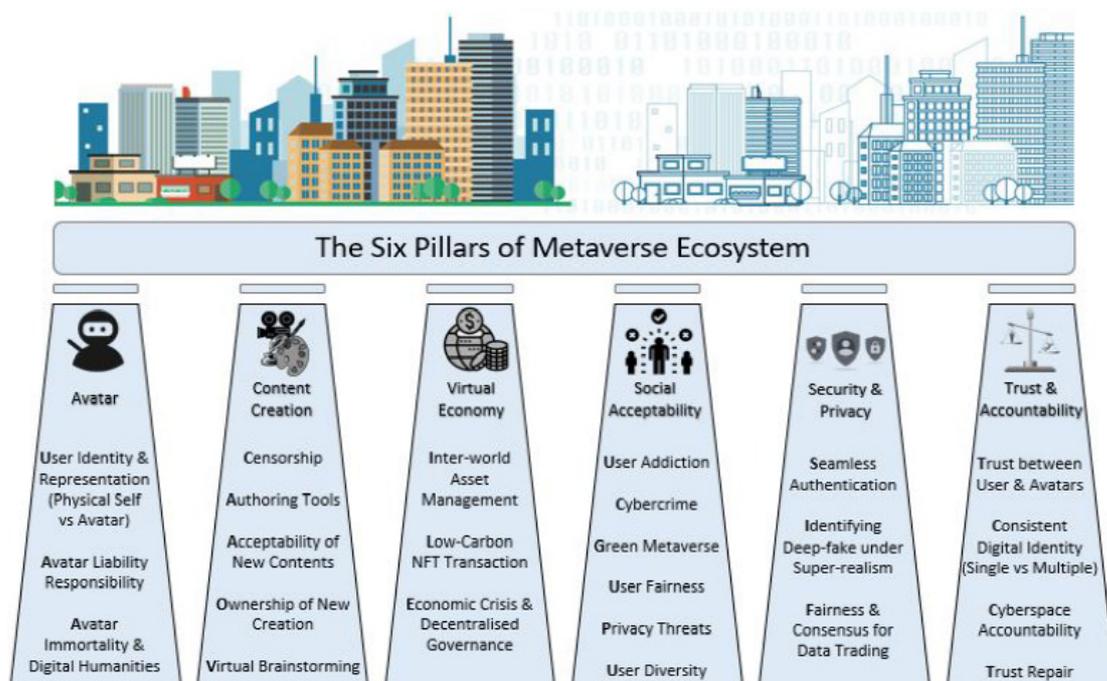


Figure 1 Metaverse ecosystem

(Lee et al., 2021)

จาก Figure 1 แสดงนิเวศเมตาเวิร์สเพื่อรองรับลักษณะสำคัญในการส่งเสริมศักยภาพการใช้งานของเมตาเวิร์ส มีรายละเอียดดังนี้

1) อวตาร์ (Avatar) ตัวแทนดิจิทัลของผู้ใช้งานในเมตาเวิร์สเรียกว่า อวตาร์ เพื่อแสดงออกในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เทคโนโลยีที่มีอยู่ส่วนใหญ่สร้างอวตาร์ได้โดยอัตโนมัติ แต่ความสามารถยังมีข้อจำกัด ลักษณะอวตาร์ยังแสดงได้ครั้งเดียว จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อการแสดงที่สมจริง สามารถควบคุมได้แบบเรียลไทม์ด้วยเซนเซอร์มือถือ การแสดงออกและวิธีที่อวตาร์โต้ตอบกับอุปกรณ์อัจฉริยะที่หลากหลาย เช่น ยานพาหนะอัจฉริยะ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ Figure 2 คอลเล็กชันอวตาร์ของ Meta

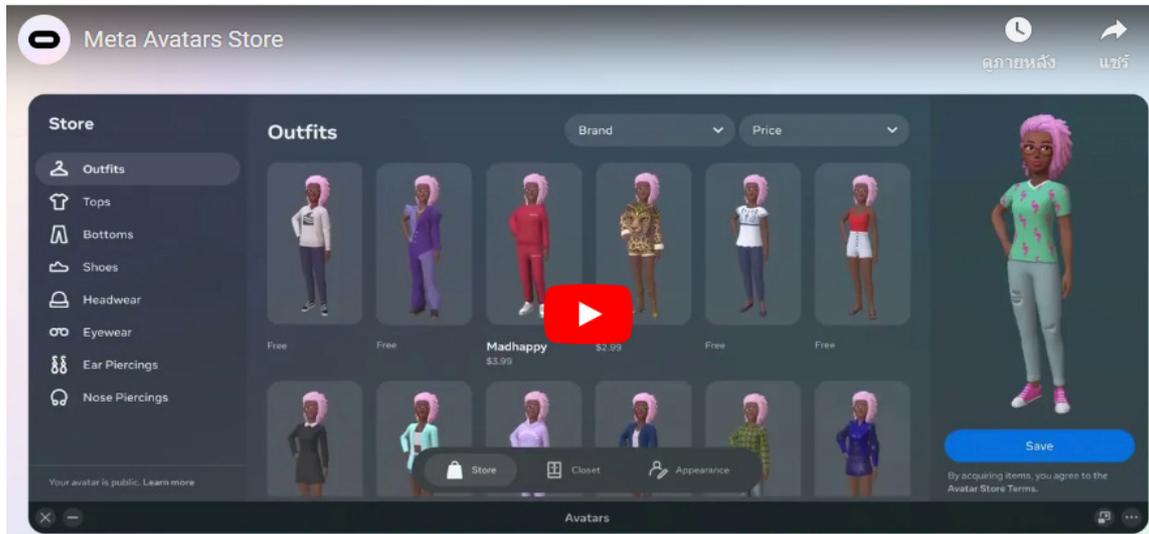


Figure 2 Meta avatar collection
(McAuliffe, 2022)

2) การสร้างสรรค์เนื้อหา (Content Creation) ลักษณะของเมตาเวิร์สในปัจจุบัน ผู้ใช้งานสามารถสร้างเนื้อหาได้ตามไลฟ์สไตล์ของผู้ใช้งาน รวมถึงสิทธิ์ของทุกคนในเมตาเวิร์สในกระบวนการออกแบบร่วมกัน ผลักดันการออกแบบแบบมีส่วนร่วมเพื่อความก้าวหน้าของการสร้างสรรค์เนื้อหา ใช้การกำกับดูแลด้วยเซนเซอร์อัตโนมัติแบบกระจายอำนาจ

3) เศรษฐกิจเสมือน (Virtual Economy) ในโลกเมตาเวิร์สควรมีสกุลเงินดิจิทัลที่มีความน่าเชื่อถือ ระบบเศรษฐกิจเสมือนคู่กับเศรษฐกิจในโลกความเป็นจริงจะเชื่อมโยงกันควรใช้รูปแบบการจัดการแบบองค์รวมเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือในระบบเศรษฐกิจเสมือนจริง

4) การยอมรับทางสังคม (Social Acceptability) เป็นการสะท้อนพฤติกรรมผู้ใช้งานในเมตาเวิร์ส ปัจจัยการยอมรับทางสังคมในเมตาเวิร์ส คือ ภัยคุกคาม ความเป็นส่วนตัว ความหลากหลายของผู้ใช้ ความเป็นธรรม และการเสพติดของผู้ใช้ เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดความยั่งยืนของเมตาเวิร์ส ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งโลกความเป็นจริงทางกายภาพและโลกเสมือนจริง กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ บรรทัดฐานที่เสริมเข้ามากำกับดูแลควรบังคับใช้ในทั้งสองโลก

5) ความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว (Security & Privacy) การรักษาความปลอดภัยจากโลกกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นโลกดิจิทัล จึงต้องการความปลอดภัยสูงในการปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ การจัดการทรัพย์สินดิจิทัล และการทำธุรกรรมในเมตาเวิร์ส จึงต้องมีการตรวจสอบตัวตนของผู้ใช้ และกิจกรรมในเมตาเวิร์สอย่างสม่ำเสมอ จึงจำเป็นต้องมีระบบรับรองอัตโนมัติ เช่น ระบบไบโอเมตริกซ์ ที่อาศัยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเนื้อร่างกาย ความจำเป็นในการออกแบบแมชชีนเลิร์นนิงที่รักษาความเป็นส่วนตัวเพื่อการรับรู้การตั้งค่าความปลอดภัยอัตโนมัติสำหรับบริบทไดนามิกและหลากหลายในเมตาเวิร์ส

6) ความน่าเชื่อถือและความรับผิดชอบ (Trust & Accountability) ข้อบังคับความเป็นส่วนตัวไม่เพียงพอสำหรับพื้นฐานของข้อมูลส่วนบุคคล แต่จะต้องเป็นระบบที่มีความน่าเชื่อถือและสร้างความเชื่อใจ ไว้วางใจ ในชุมชนเสมือน รวมถึงมีความรับผิดชอบ แบ่งปันความรับผิดชอบในสังคมเสมือนให้สามารถอยู่ร่วมกันได้ในสังคมเสมือนอย่างเท่าเทียม

นิเวศเมตาเวิร์สเป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาเมตาเวิร์สให้มีประสิทธิภาพ สนับสนุนการใช้งานคู่กันระหว่างโลกความเป็นจริงกับโลกเสมือนจริงอย่างไร้รอยต่อและไร้ข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ อีกทั้งยังสะท้อนความเท่าเทียมเมื่อนutzer เป็นศูนย์กลางในโลกแห่งจินตนาการที่ไร้ขีดจำกัด

3. เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเมตาเวิร์ส

เมตาเวิร์สได้มีวิวัฒนาการจากเทคโนโลยีเริ่มแรกที่ยังจาก Second Life ตั้งแต่ปี 2003 พัฒนาการเรื่อยมา จวบจนปัจจุบัน อิงจากคุณค่าทางสังคมของเจนเนอเรชัน Z ที่มีตัวตนแบบออนไลน์และออฟไลน์ไม่แตกต่างกัน ด้วยการพัฒนาทางเทคโนโลยีของโมเดลที่มีความแม่นยำสูงบนการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และโมเดลการสร้างตามธรรมชาติ ทำให้เมตาเวิร์สแข็งแกร่งด้วยปัจจัยต่าง ๆ ตั้งแต่การเข้าถึงได้ตลอดเวลาบนมือถือ ไปจนถึงการเชื่อมต่อกับความเป็นจริงโดยสกุลเงินเสมือน การหลอมรวมกิจกรรมทางสังคมด้วยวิธีการของโครงข่ายประสาทเทียม (Park & Kim, 2022) ในบทความนี้ขอเสนอเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสร้างสรรค์เนื้อหา ที่ส่งผลต่อการโต้ตอบกับผู้ใช้ การนำไปใช้ และแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มดิจิทัลในการทำงานเมตาเวิร์ส อย่างไรก็ตามข้อจำกัดโดยเริ่มจาก Figure 3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเมตาเวิร์ส

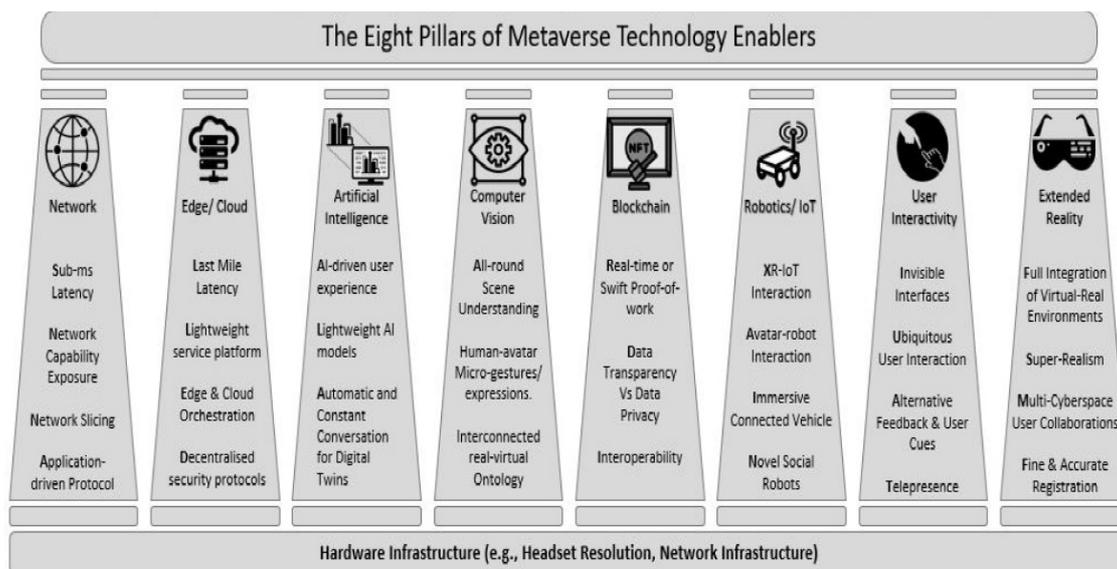


Figure 3 Metaverse related technologies

(Lee et al., 2021)

Figure 3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเมตาเวิร์ส ซึ่งเป็นแนวคิดของ Lee et al. (2021) เป็นการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ คือ เครือข่าย คลาวด์คอมพิวเตอร์สำหรับการเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วยความปลอดภัย ปัญญาประดิษฐ์ คอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพรองรับเมตาเวิร์ส บล็อกเชน หุ่นยนต์ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง การโต้ตอบกับผู้ใช้ และความเป็นจริงขยาย เพื่อเชื่อมรอยต่อ การอยู่ร่วมกันของความเป็นจริงทางกายภาพและความเป็นจริงเสมือน ขับเคลื่อนระบบนิเวศเมตาเวิร์สให้มีประสิทธิภาพ

การสร้างสรรค์เนื้อหาหรือการสร้างพื้นที่ในเมตาเวิร์สสามารถใช้เครื่องมือหรือเว็บไซต์สร้างสรรค์ที่เป็น ที่นิยม เช่น spatial.io, Horizon Worlds, Decentraland, Sandbox, Fortnite เป็นต้น โดยมีอุปกรณ์ส่วนความเป็นจริงขยายรองรับประสบการณ์ในเมตาเวิร์ส เช่น อุปกรณ์ Oculus Rift, Samsung Gear VR, Valve HTC Vive, Google Cardboard และที่เปิดตัวล่าสุดของ บริษัท Meta คือ MetaQuestPro



Figure 4 Creating content in virtual worlds with spatial.io



Figure 5 (A) Quest2 & MetaQuestPro (B) VR prototype Ether model

(C) Use of extended reality devices in both the physical reality and the metaverse

(Phattharapoompakde, 2022; Truly, 2022)

Figure 4 การสร้างสรรค์เนื้อหาในโลกเสมือนจริงด้วย spatial.io เพื่อสร้างพื้นที่ส่วนตัวในโลกเสมือนจริง หรือสร้างชุมชนเสมือนจริง แต่ละโปรแกรมต่างก็มีวัตถุประสงค์ หรือการสร้างเนื้อหาที่แตกต่างกัน เช่น หากจะใช้เพื่อสร้างคอนเสิร์ตเสมือนจริงก็สามารถใช้ Sandbox จะเหมาะสมกว่า Decentraland เพื่อจัดแสดงหอศิลป์ NFT ที่ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์กับงานศิลปะ แต่ถ้าจะสร้างเกมเสมือนจริง ก็ใช้ Fortnite เป็นเกมออนไลน์อย่าง Epic Games เกมนี้มีให้บริการในสามโหมด ได้แก่ "Fortnite: Save the World" "Fortnite Battle Royale" และ "Fortnite Creative" Epic Games (Fortis, 2022) เมื่อสร้างพื้นที่เมตาเวิร์สแล้วในการตีความกับโลกเสมือนจริง Figure 5 เป็นอุปกรณ์เสริม

เพื่อเข้าสู่ความเป็นจริงขยายรองรับประสบการณ์ในเมตาเวิร์ส ซึ่งมีการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพในการท่องเที่ยวโลกเมตาเวิร์สอย่างมีอรรถรส ด้วยขนาดที่เล็กลงและน้ำหนักที่เบาขึ้น

กล่าวได้ว่าจากแนวคิดเบื้องต้นเมตาเวิร์สดังที่กล่าวมาในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเมตาเวิร์ส เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงองค์ประกอบสำคัญเพื่อการพัฒนาเมตาเวิร์สสามารถวิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานเพื่อการพัฒนาเมตาเวิร์สได้ดัง Figure 6 ประกอบด้วยหลักการสำคัญ คือ ผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ นิเวศเมตาเวิร์ส เทคโนโลยีในการพัฒนา และความท้าทายที่จำเป็น



Figure 6 Basic concept for metaverse development

Figure 6 แนวคิดพื้นฐานเพื่อการพัฒนาเมตาเวิร์ส ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ผู้ให้บริการและผู้ใช้งาน เทคโนโลยีทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อการสร้างนิเวศเมตาเวิร์ส แต่มีประเด็นความท้าทายที่จำเป็น คือ การอำนวยความสะดวกสำหรับคนทุกคน สร้างความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือและความรับผิดชอบของผู้ให้บริการ การพัฒนาเมตาเวิร์สได้พัฒนาตลอดเวลาสะท้อนให้เห็นไลฟ์สไตล์ ความเป็นตัวตนของผู้ใช้บริการที่จะเลือกเข้าสู่เมตาเวิร์สอื่น ๆ ที่มีผู้ให้บริการสร้างสรรค์เนื้อหาในเมตาเวิร์สให้สามารถเข้าไปปฏิสัมพันธ์โดยไม่จำเป็นต้องเป็นผู้สร้างเองดัง Figure 7

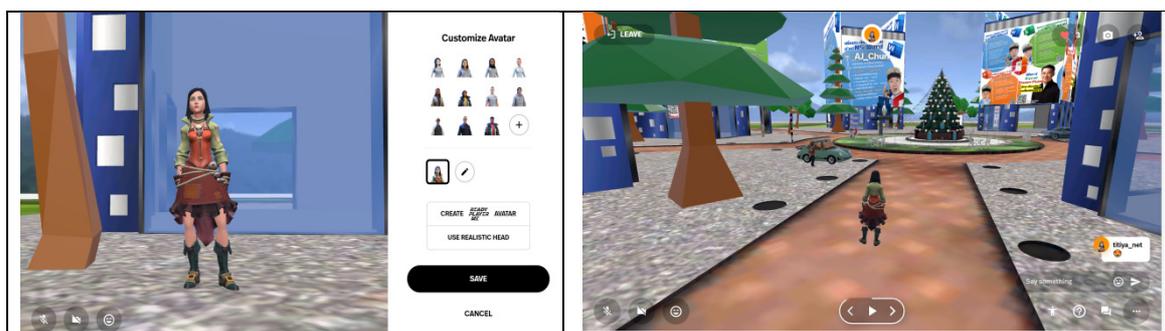


Figure 7 Developing the metaverse according to needs and technology advancements

Figure 7 เป็นตัวอย่างของการพัฒนาเมตาเวิร์สจากผู้ใช้บริการในการพัฒนาเมตาเวิร์สของตน แล้วเราอาจเข้าไปใช้บริการท่องเที่ยวในโลกเมตาเวิร์สที่ได้สร้างสรรค์เนื้อหาที่เราสนใจ โดยการอาหารเข้าไปใช้บริการ โดยเลือกรูปอาหารเพื่อสะท้อนตัวตน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการอำนวยความสะดวกเพื่อการเข้าถึงอย่างเท่าเทียม เมื่อท่องโลกเมตาเวิร์สแล้วออกไป เมื่อกลับเข้ามาใหม่โลกเมตาเวิร์สก็ยังคงอยู่ สามารถเข้าไปดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง จึงกล่าวได้ว่าความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจึงมีส่วนผลักดันให้โลกแห่งความเป็นจริงกับโลกเสมือนจริงซ้อนทับกันได้ใกล้เคียงกันมากยิ่งขึ้นอย่างไร้รอยต่อ

3. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

เมตาเวิร์สสามารถสร้างโลกแห่งจินตนาการด้วยการสร้างเมืองต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบเมืองประวัติศาสตร์ เมืองร่วมสมัย หรือเมืองแห่งอนาคต สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ฝึกทหาร การขับเคลื่อนพาหนะและการขนส่ง การออกแบบเมือง การจัดสวน นอกจากนี้ในด้านการบริการการขายของศูนย์การค้า สามารถซื้อสินค้าได้เทียบเท่ากับโลกแห่งความจริงซึ่งใช้สกุลเงินอย่างเป็นทางการ การทำธุรกรรมเชิงพาณิชย์ การเข้าร่วมกิจกรรมความบันเทิงในสถานบันเทิง ดนตรี แพชั่น และคอนเสิร์ต รวมถึงการนำเมตาเวิร์สมาใช้ในการศึกษา เช่น การเยี่ยมชมห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ ห้องเรียนในมหาวิทยาลัย และโบราณคดี (Ando, Thawonmas, & Rinaldo, 2013; Tarouco, 2013; Graaf, 2016; Sequeira & Morgado, 2013) ในบทความนี้จะนำเสนอรายละเอียดการประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สที่ได้จากงานวิจัยเกี่ยวกับด้านการศึกษา ห้องสมุดแหล่งเรียนรู้ การแพทย์ ธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว ความบันเทิงและงานแสดงเสมือนจริง การจัดนิทรรศการและงานศิลปะ การขนส่ง และการประยุกต์ใช้ด้านงานบริการต่าง ๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) การประยุกต์ใช้ด้านการศึกษา Diaz & Saldaña (2020) ได้ทำการออกแบบเมตาเวิร์สที่เลียนแบบสถาบันการศึกษาเพื่อสนับสนุนการสอนสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมระบบ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบไฮบริดขับเคลื่อนชั้นเรียนการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านและแบบร่วมมือ ในเขตพื้นที่เขตดิจิทัลที่ไร้ขีดจำกัด สำหรับผู้ใช้หลายคนที่มีความหลากหลาย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์กัน ทั้งทางสังคมและเศรษฐกิจ โดยไม่ต้องคำนึงถึงตำแหน่งของผู้ใช้ กล่าวได้ว่าการใช้โลกเสมือนจริงในการศึกษาระดับอุดมศึกษามีมานานแล้ว (Wood & Gregory, 2017; Reisoğlu et al., 2017) ที่ทำให้ผู้สอนและผู้เรียน ได้ใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ร่วมกันด้วยไอซีที รวมถึงเทคโนโลยีเกิดใหม่ (Márquez, 2017; Sosa, Salinas, & De Benito, 2017) โลกของเมตาเวิร์สได้นำพาผู้เรียนออกจากห้องเรียนแบบเดิม ๆ สิ่งนี้ใช้ประโยชน์เพื่อเข้าใจการเรียนรู้มากขึ้น เป็นข้อดีของการจำลองโลกเสมือนจริงที่เอื้อต่อการให้ความรู้และการเรียนรู้วัฒนธรรมไซเบอร์ (Escobar, 2015) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิชาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จะช่วยในการพัฒนาทักษะทางวินัยและความสามารถด้านดังกล่าว และการใช้เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ที่ช่วยให้ปรับปรุงผลการเรียนในด้านนี้ (Jaramillo, Morales, & Coy, 2017)

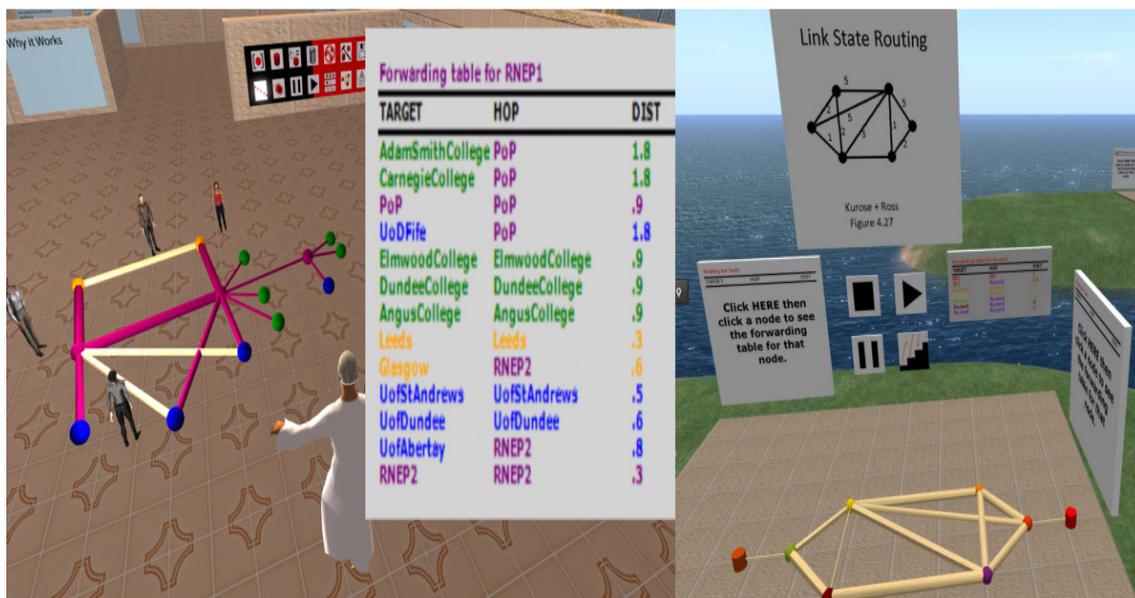


Figure 8 Developing the metaverse according to needs and technology advancements

(Allison et al., 2013)

Figure 8 การใช้เมตาเวิร์สรองรับการเรียนรู้อาสาวิชาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เนื่องจากเมตาเวิร์สมีศักยภาพในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นนวัตกรรมและสร้างความพึงพอใจอย่างมากแก่ผู้เรียน ซึ่งสามารถสนับสนุนผู้เรียนหลายร้อยคนในภูมิภาคเดียวกันในเวลาเดียวกันถือเป็นความสำเร็จ (Allison et al., 2013) ขณะที่ Binti, Abd & Narasuman (2019) กล่าวว่าเมื่อนำโลกเสมือนจริงไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์รองรับการจัดการลงทะเบียนของนักเรียนและครูสอน ตลอดจนทรัพยากรดิจิทัลในระบบที่ได้รับ การจัดเตรียมให้เหมาะสมกับกิจกรรมและธรรมชาติของรายวิชาโดยผู้สอนและผู้ดูแลระบบ ตามลำดับและตำแหน่งใน โลกเสมือนจริง เช่น พอดคาสต์ มัลติมีเดีย ไฮเปอร์ลิงก์ไปยังเครือข่ายสังคมออนไลน์หรือแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง MOOCs ซึ่งแหล่งข้อมูลดิจิทัลมีจำนวนมากสามารถนำไปปรับใช้ในโลกรเสมือนจริงได้เพื่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในแง่ของการโต้ตอบและซึ่บซึ่บการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี (Sarrab, Elbasir, & Alnaeli, 2016) รวมถึงการประเมินผล ซึ่งเป็นกระบวนการเทียบเท่ากับกระบวนการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้แบบผสมผสาน ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถทำการประเมินผลได้โดยตรงบนแพลตฟอร์มเสมือน หรือบนแหล่งข้อมูลดิจิทัลอื่น ๆ ที่สามารถเพิ่มลงในโลกเสมือนโดยตรงเป็นป้ายกำกับ รูปภาพ และไฮเปอร์ลิงก์ สอดคล้องกับการออกแบบกิจกรรมภายในหรือภายนอก ห้องเรียนให้ดำเนินการโดยใช้แหล่งข้อมูลอย่างมีเหตุผล ภายใต้บริบท และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Papadakis, 2017; Sumtsova, 2018) รวมถึงการติดตามผู้เรียน เสริมแรงจูงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้โต้ตอบกับแหล่งข้อมูลดิจิทัลต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในโลกรเสมือนจริง โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก

โลกรเสมือนจริงมีลักษณะเฉพาะด้วยระบบนิเวศที่ต้องคงอยู่ ต้องมีสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมในโลกรเสมือนจริงแล้ว เมื่อกลับเข้ามาปฏิสัมพันธ์อีกครั้งจะยังคงมีอยู่ และพัฒนาต่อไปไม่ว่าจะไม่ได้เชื่อมต่อกัน และกลับมาทำงานต่อได้ทุกเมื่อที่ผู้เรียนหรือผู้ใช้งานต้องการ ดังนั้นต้องกำหนดกฎระเบียบการอยู่ร่วมกันเกี่ยวกับมารยาท ใช้งานทางดิจิทัล ทั้งด้านการสื่อสาร และความเคารพต่อผู้อื่นที่จะต้องใช้งานร่วมกันตั้งแต่ช่วงแรกของการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าร่วม (Jamiai, 2019; Berry, 2019)

2) การประยุกต์ใช้ด้านห้องสมุดแหล่งเรียนรู้ จากการนำเมตาเวิร์สมาประยุกต์ใช้ด้านการศึกษา ซึ่งสามารถพบได้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เฉพาะเจาะจง เช่น การเยี่ยมชมห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ ห้องเรียนมหาวิทยาลัย เกม และโบราณคดี เพื่อขยายแหล่งเรียนรู้ ในการจำลองโลกเสมือนจริงเทคโนโลยีห้องสมุดแหล่งเรียนรู้ดังกล่าว เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพการบริการของห้องสมุดนับตั้งแต่ Second Life ในปี 2013 ก่อเกิดการรวมตัวของชุมชนทั้งกายภาพและเสมือน ซึ่งในขณะนั้นอุปกรณ์เสริมความเป็นจริงเสมือนยังราคาสูง เช่น Oculus Rift, Samsung Gear

VR, Valve HTC Vive และ Google Cardboard แต่ปัจจุบันราคาสามารถเข้าถึงได้ จึงทำให้การพัฒนาเมตาเวิร์สสามารถเชื่อมโยงข้อมูลหลายมิติ ในการแนะนำเนื้อหาสำหรับผู้ให้บริการเฉพาะบุคคล ผู้ใช้บริการจะได้รับเนื้อหาสำหรับความสนใจที่หลากหลาย ผู้ประกอบวิชาชีพสารสนเทศจะช่วยให้การเลือกประเมินการหมุนเวียนทรัพยากรดิจิทัลใหม่ ๆ และแบ่งปันทรัพยากรในทุกรูปแบบจะช่วยให้มั่นใจในความรู้ ความเข้าใจ และความเอื้ออาทรแก่ผู้ใช้บริการ (Hill & Lewis, 2016)

งานวิจัยของ Hill, Vans, & Dunavant-Jones (2017) ได้ศึกษาศักยภาพของเมตาเวิร์สสำหรับห้องสมุด (Metaverse Libraries) และบรรณารักษ์ในโลกเสมือนจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงค้นหาข้อมูลที่จำเป็น ซึ่งรวมถึงการจำลองเนื้อหาคุณภาพสูง และชุมชนห้องสมุดเสมือนจริง (Community Virtual Library: CVL) เป็นศูนย์กลางหลักสำหรับบรรณารักษ์ในโลกเสมือนจริง โดยนำเสนอเนื้อหาในโลกเสมือนจริง ลิงก์ไปยังสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริง การจัดแสดง การอภิปราย การประชุม และเวิร์กช็อปเครือข่ายมืออาชีพ และโปรแกรมห้องสมุดหลายประเภท ลักษณะของชุมชน CVL มุ่งมั่นที่จะฝังการรู้เท่าทันข้อมูล หรือ Meta Literacy ในการเรียนรู้ที่สมจริง ซึ่งรวมถึงการเป็นพลเมืองดิจิทัลและการประเมินแบบจำลองของเนื้อหา ปัจจุบันชุมชน CVL กำลังขยายไปสู่โลกอื่น เช่น Inworldz และ Kitley ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Metaverse Libraries ซึ่งเป็นความพยายามร่วมกันในหมู่นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลเพื่อเชื่อมต่อชุมชนเสมือนจริงที่เน้นการศึกษาคุณภาพสูงเป็นแหล่งข้อมูล การเข้าใจถึงศักยภาพในการเรียนรู้ในพื้นที่เสมือนและประโยชน์ของการแบ่งปันทรัพยากร รวมถึงชุมชนที่ผู้ใช้สามารถเข้าร่วมแบบมีส่วนร่วมได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับห้องสมุดและนักการศึกษาในอนาคต

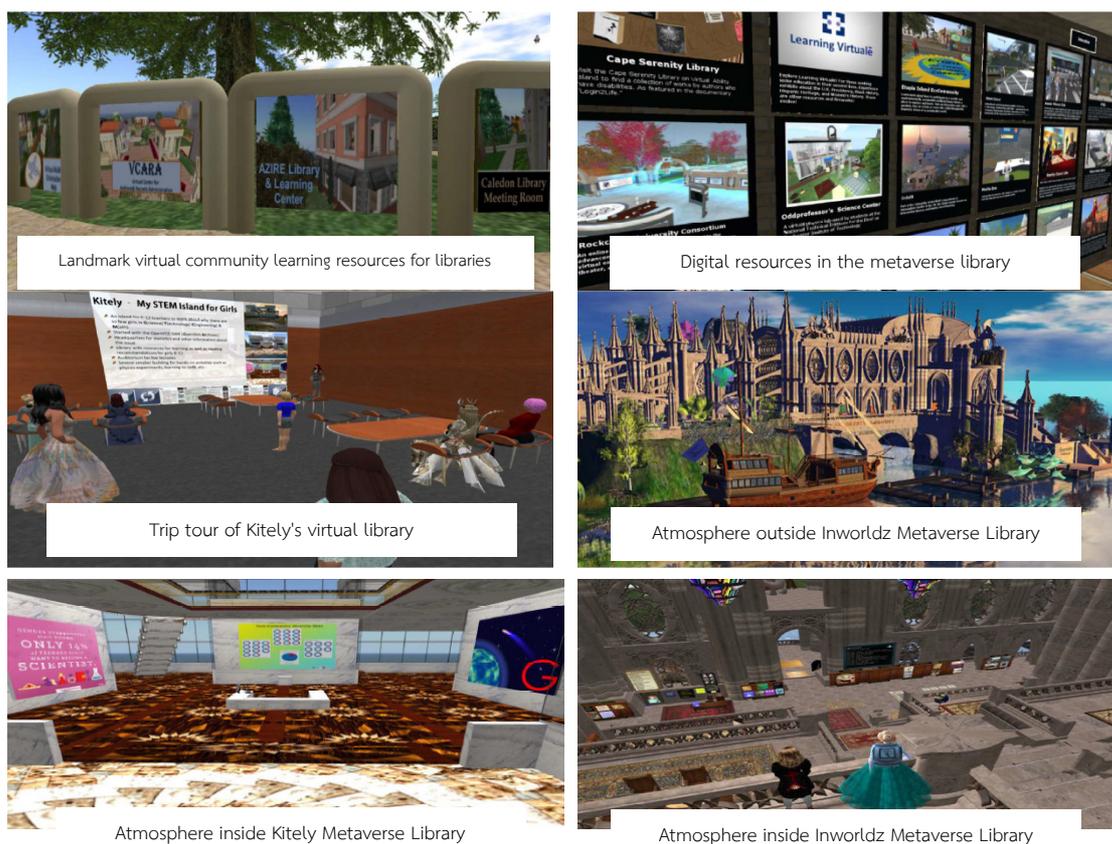
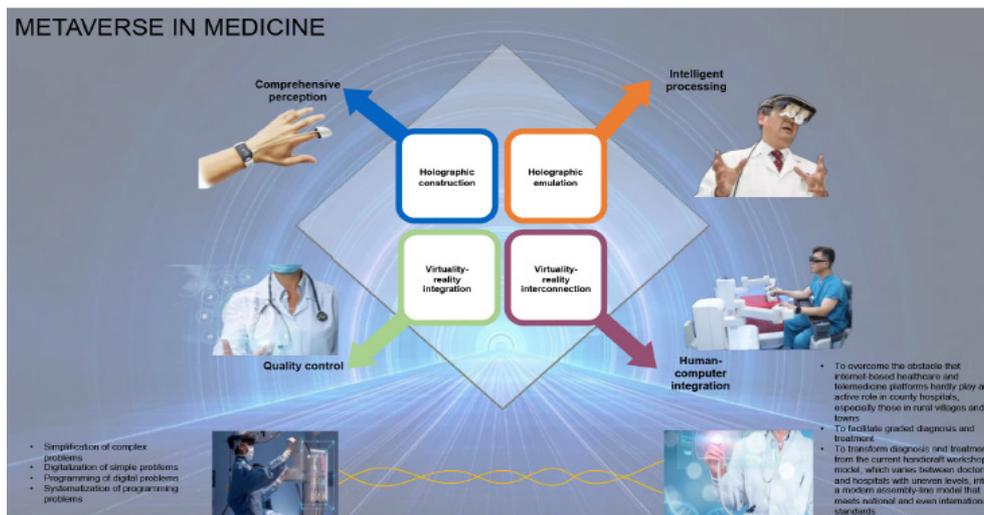


Figure 9 Using the metaverse for virtual libraries in the form of virtual library communities (Hill, Vans, & Dunavant-Jones, 2017)

Figure 9 การใช้เมตาเวิร์สสำหรับห้องสมุดเสมือนจริงในรูปแบบชุมชนห้องสมุดเสมือนจริง (Community Virtual Library: CVL) ซึ่งแสดงให้เห็นบรรยากาศภายนอกและภายใน สามารถเชื่อมต่อกับชุมชนเสมือนจริงอื่น ๆ ที่มีลักษณะการบริการคล้ายคลึงกันสะท้อนให้เห็นการขยายพื้นที่แหล่งเรียนรู้โดยไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพและเวลา

3) การประยุกต์ใช้ด้านการแพทย์ Kye et al. (2021) ได้นำเสนอแนวคิดศักยภาพของเมตาเวิร์สทางการแพทย์ เช่น การให้นักศึกษาแพทย์ได้ตรวจสอบร่างกายภายในของมนุษย์ จากห้องปฏิบัติการเสมือนกายวิภาคศาสตร์ นอกจากนี้โรงพยาบาลในกรุงโซลได้พัฒนาแพลตฟอร์มการผ่าตัดกระดูกสันหลัง ซึ่งเป็นพื้นที่เมตาเวิร์สสำหรับการสื่อสารทางสังคมรูปแบบใหม่ เสรีภาพในการสร้างสรรค์ และแบ่งปันความรู้ระดับสูง

Yang et al. (2022a) ได้พัฒนาเมตาเวิร์สสำหรับการแพทย์เรียกว่า อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งทางการแพทย์ (Medical Internet of Things: MIoT) มีฟังก์ชันใช้งานพื้นฐาน 3 ประการ คือ การรับส่งข้อมูลแบบกระจาย การส่งข้อมูลที่นำเชื่อถือ และการประมวลผลอัจฉริยะ โดยใช้แพลตฟอร์มเมตาเวิร์ส ประกอบด้วยแว่นตา AR, VR และระบบ MIoT บูรณาการร่วมกันด้วยเทคโนโลยีการสร้างโฮโลแกรม การจำลองโฮโลแกรม การรวมระบบเสมือนจริง และการเชื่อมกันระหว่างระบบเสมือนจริง ประโยชน์ที่ได้รับสามารถ ดำเนินการศึกษาทางการแพทย์ การเผยแพร่วิทยาศาสตร์ การให้คำปรึกษา การวินิจฉัยและการรักษาอย่างค่อยเป็นค่อยไป การวินิจฉัยทางคลินิก รวมถึงการดูแลสุขภาพที่ครอบคลุมในเมตาเวิร์ส ด้วยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เชี่ยวชาญระบบคลาวด์เสมือนจริงและผู้ใช้ปลายทาง ซึ่งรวมถึงแพทย์ประจำสถานี ผู้ป่วย และแม้แต่สมาชิกในครอบครัว ระบบดังกล่าวสามารถอำนวยความสะดวกในการบริการทางการแพทย์ที่แตกต่างกัน เช่น การป้องกันโรค การดูแลสุขภาพ การตรวจร่างกาย การวินิจฉัยและการรักษาโรค การฟื้นฟูสมรรถภาพ การจัดการโรคเรื้อรัง การดูแลที่บ้าน การปฐมพยาบาล การรักษาผู้ป่วยนอก การให้คำปรึกษา ฯลฯ นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่าความปลอดภัยเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นของเมตาเวิร์สสำหรับการแพทย์ และระบบรักษาความปลอดภัยที่เชื่อถือได้เป็นรากฐาน



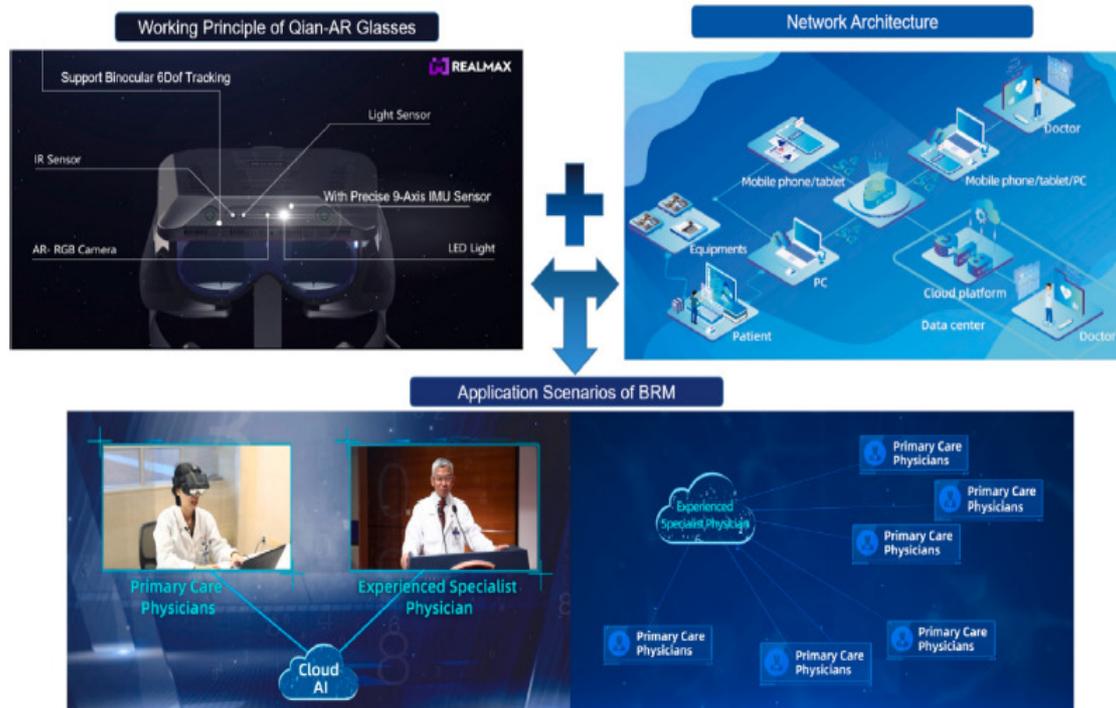


Figure 10 Using the metaverse for medicine
(Yang et al., 2022a; Yang et al., 2022b)

Figure 10 การใช้เมตาเวิร์สสำหรับการแพทย์ โดยใช้ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งทางการแพทย์ (Medical Internet of Things: MIoT) ภายใต้แพลตฟอร์มเมตาเวิร์สอย่างเหมาะสม สามารถเชื่อมโยงระหว่างแพทย์ในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ (Cloud Experts) และแพทย์ในโรงพยาบาลขนาดเล็ก (Terminal Doctors) ในประเทศจีน

4) การประยุกต์ใช้ด้านธุรกิจการค้า เนื่องด้วยข้อจำกัดที่รุนแรงในการลดระยะห่างทางกายภาพเนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ที่ผ่านมา การพัฒนาเมตาเวิร์สเพื่อนำเสนอบริการเสมือนสำหรับธุรกิจออนไลน์ จึงได้รับความสนใจมาก โดยใช้บริการเสมือนด้วยดิจิทัลทวิน กล่าวคือ การจำลองแบบดิจิทัลของเอนทิตีในโลกแห่งความเป็นจริงในเมตาเวิร์ส เช่น ชีตัทวิน อวทาร์ ฯลฯ ข้อมูลในโลกแห่งความเป็นจริงที่รวบรวมโดยอุปกรณ์ IoT และเซ็นเซอร์เป็นกุญแจสำคัญในการซิงโครไนซ์ ทั้งสองโลกกับโลกแห่งความเป็นจริง (Han et al., 2021) สำหรับประเทศจีนมีความตื่นตัวในการนำเมตาเวิร์สมาใช้ด้านธุรกิจการค้าเป็นอย่างมากดังจะพบว่า Alibaba ได้จัดสิทธิบัตรเกี่ยวกับเมตาเวิร์ส รวมถึงชื่อ Ari Metaverse และ Taobao Metaverse ได้เปิดตัว AYAYI อินฟลูเอนเซอร์ (Key Opinion Leader: KOL) เสมือนจริงคนแรกของจีน และเปิดตัว Dong Dong KOL เสมือนจริงในแอปพลิเคชันช้อปปิ้งออนไลน์ Taobao ซึ่งมีหน้าที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโอลิมปิกฤดูหนาว 2022 ที่ผ่านมา และเป็นผู้ดำเนินการไลฟ์สดโปรโมทสินค้าที่เกี่ยวข้องกับโอลิมปิก (Phattharapoompakde, 2022)



Figure 11 (A) Using the Metaverse for Commercial Business in a Department Store

(B) AYAYI influencers to recommend products

(Grover, 2022; Phattharapoompakde, 2022)

Figure 11 การใช้เมตาเวิร์สเพื่อธุรกิจการค้าในห้างสรรพสินค้าซึ่งสามารถแก้ปัญหาการเว้นระยะห่างในสถานการณ์โควิด-19 แต่ผู้คนยังสามารถซื้อสินค้าได้ในห้างเสมือนจริง นอกจากนี้ในธุรกิจออนไลน์ยังมีการนำอินฟลูเอนเซอร์เสมือน AYAYI เพื่อแนะนำสินค้าในเมตาเวิร์ส กล่าวได้ว่าเป็นรูปแบบร้านค้าแห่งอนาคตที่ผู้บริโภคสามารถซื้อขาย ทำธุรกรรม แลกเปลี่ยนสินค้า การบริการได้ทั้งหมด เสมือนไปเลือกซื้อสินค้าที่ร้านค้าโดยตรง การบริการทดลองหรือนำภาพเข้าไปสร้างความเสมือนในการลองเสื้อผ้าสามารถทำได้ และด้วยความรวดเร็วในการสั่งซื้อ การโอนเงิน การชำระสินค้าทำได้ง่าย (สุรพล บุญลือ, 2565) โดยธุรกรรมในระบบเมตาเวิร์สได้พัฒนาอย่างไม่สิ้นสุดด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน

5) การประยุกต์ใช้ด้านการท่องเที่ยว ในการท่องเที่ยวเสมือนจริง ((Virtual Tour, Virtual Trip) เป็นการใช้เทคโนโลยีเสมือนที่สร้างขึ้นไว้ให้ผู้ชมสามารถไปเยี่ยมชม ในรูปแบบการจำลองของสถานที่ต่าง ๆ แล้วนำไปไว้ในเว็บไซต์โดยใช้เทคโนโลยีที่สร้างความเสมือน เช่น VR, AR หรืออื่น ๆ นอกจากนี้แล้วยังมีการนำมาใช้กับ พิพิธภัณฑ์ สถานที่ โบราณวัตถุ หรือแม้กระทั่งในมหาสมุทร หรือการเดินทางในห้วงอวกาศ และบนดวงดาว (Boonlue, 2022) ทำให้ผู้ใช้งานเมตาเวิร์สการท่องเที่ยวได้พบประสบการณ์ใหม่ที่อาจไม่สามารถทำได้ในโลกแห่งความเป็นจริง ยกกระดานการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ได้ด้วยรูปแบบการนำมาเป็นพื้นที่การขายสินค้าของแหล่งท่องเที่ยว ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในมุมมองเสมือนจริง (3D) การสร้างบรรยากาศ ทักษะนิยภาพ หรือการนำเสนอข้อมูลแบบเรียลไทม์ในชุมชนแห่งจินตภาพที่ถูกสร้างขึ้น โลกแห่งเมตาเวิร์สจึงกลายเป็นเครื่องมือสำคัญของโลกยุคใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว รวมถึงการร่วมมอบคุณประโยชน์แก่นักท่องเที่ยวบนโลกดิจิทัลเปรียบประหนึ่งว่าเหล่านักเดินทางที่อยู่หน้าจอกอมพิวเตอร์ได้เดินทางไปยังแหล่งท่องเที่ยวเหล่านั้นได้จริง ๆ (Manageronline, 2022)



Figure 12 Bali Metaverse Twin

(Valencia, 2022)

Figure 12 การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สด้านการท่องเที่ยว เรียกว่า บาหลีทวินเมตาเวิร์ส เป็นการสร้างคู่แฝดดิจิทัล (Digital Twin) ของจุดหมายปลายทางการท่องเที่ยว มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนวิธีที่ผู้เข้าชมสามารถมีส่วนร่วมกับวิถีชีวิตท้องถิ่นในโลกเสมือนจริง นักท่องเที่ยวสามารถสำรวจบาหลิจำลองที่เต็มไปด้วยความสนุกสนานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์เมตาเวิร์ส ซึ่งได้รับการส่งเสริมให้เป็น Meta Tourism ในประเทศอินโดนีเซีย

6) การประยุกต์ใช้ด้านความบันเทิงและงานแสดงเสมือนจริง (Virtual Event) เทคโนโลยีประเภทนี้เป็นการสร้างความเสมือนในความบันเทิงจากการแสดงที่เกิดขึ้นสามารถถ่ายทอดออกมาสู่ระบบออนไลน์ อาจมีทั้งสองมิติหรือสามมิติก็สามารถทำให้ผู้เข้าร่วมงานสามารถรับชมเสมือนทั้งในงานคอนเสิร์ต หรืองานในมุมมองที่ดีที่สุด และผู้ชมอื่น ๆ ที่มาจากหลากหลายที่ก็สามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้ในเวลาเดียวกัน (Boonlue, 2022) ลักษณะการจัดงานคอนเสิร์ตเสมือน หรืองานแสดงเสมือนจริง มีความโดดเด่น คือ สามารถรองรับผู้เข้าชมจำนวนมาก เข้าถึงผู้ชมได้ทั่วโลก แตกต่างจากงานทางกายภาพที่จัดได้เพียงที่เดียว ในระบบงานคอนเสิร์ตเสมือน ศิลปินสามารถเปลี่ยนชุดได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบที่ผู้เข้าร่วมงานต้องการ มีความยืดหยุ่นมากกว่า โดยไม่ต้องกังวลกับข้อจำกัดทางกายภาพของการแสดงสด (EVENTX, 2022) นักวิจัยที่ศึกษาคอนเสิร์ตเสมือนจริงพบว่า “คอนเสิร์ตเสมือนจริงอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อทางสังคมมากขึ้น” อีกทั้งการระบาดของโควิด-19 ยังได้ช่วยส่งเสริมความรู้สึกของการสนับสนุนทางอารมณ์และความเห็นอกเห็นใจระหว่างผู้เข้าร่วมคอนเสิร์ตเสมือนจริงอีกด้วย โดยพื้นฐานแล้วคอนเสิร์ตเสมือนจริงสามารถมอบความสนุกสนานและเร้าอารมณ์ได้พอ ๆ กับคอนเสิร์ตแบบดั้งเดิมแต่ได้เพิ่มมิติของการเชื่อมต่อกัน เช่น ผู้ชมแต่ละคนอาจดูคอนเสิร์ตคนเดียวแต่พวกเขาทั้งหมดสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในพื้นที่เสมือนที่ใช้ร่วมกันของคอนเสิร์ตหรือผ่านการแชตระหว่างการแสดง (Serisamran, 2021)



Figure 13 Virtual concerts

(AleXa, 2022; Serisamran, 2021)

Figure 13 การประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สเพื่อความบันเทิงคอนเสิร์ตเสมือนจริง พื้นที่เสมือนที่ใช้ร่วมกันทั้งหมดทางออนไลน์ ความน่าสนใจของคอนเสิร์ตเสมือนจริงนั้นคล้ายกับคอนเสิร์ตแบบเล่นสดแต่เพิ่มมิติของการเชื่อมต่อกันมากขึ้น

7) การประยุกต์ใช้ด้านการจัดการนิทรรศการและงานศิลปะ การจัดการนิทรรศการศิลปะเชิงพื้นที่ที่สามารถยกระดับประสบการณ์ด้วยเมตาเวิร์ส ปัจจุบันภัณฑารักษ์ได้หันไปใช้วิธีการใหม่ในการใช้พื้นที่ดิจิทัลเพื่อนำประสบการณ์ศิลปะแบบอินเทอร์แอคทีฟและสมจริงมากขึ้น โลกเมตาเวิร์ส โดยจำลองเทศกาลเสมือนจริง ล่าสุดหลังจากงานศิลปะ Biennale ในชีวิตจริง ซึ่งใช้พื้นที่สาธารณะในการแสดงผลงานศิลปะ ผู้เยี่ยมชมเทศกาลในชีวิตจริง สามารถเดินไปรอบ ๆ ศาลาที่กว้างขวางและส่วนการทำงานของเมืองเพื่อมีส่วนร่วมกับการศิลปินและแบรนด์นอกกำแพงแกลเลอรีแบบดั้งเดิม ในโลกดิจิทัล หอศิลป์และนิทรรศการไม่ใช่เรื่องใหม่ แกลเลอรีศิลปะดิจิทัล nonfungible token (NFT) ได้รับการดำเนินการโดยบริษัทต่างๆ เช่น Spatial และบ้านศิลปะแบบดั้งเดิม เช่น Sotheby's มีบทบาทในการจัดกิจกรรมศิลปะ NFT (Fortis, 2022)



Figure 14 Virturl exhibition

(Fortis, 2022)

Figure 14 นิทรรศการเสมือนจริงที่จัดโดย Decentraland นิทรรศการประติมากรรมจากศิลปินทัศนศิลป์ Nick Knight ใน Art Plaza ของ Decentraland Metaverse Art Week

Varinlioglu et al. (2022) ได้กล่าวถึงศักยภาพของเมตาเวิร์สที่มีต่องานศิลปะในแง่ของการจัดเก็บงานศิลปะของศิลปินที่มาร่วมจัดแสดงในพื้นที่เสมือน จะถูกรวบรวมในพื้นที่เสมือนและรวบรวมในฐานะข้อมูลเชิงสัมพันธ์ สามารถแสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ของศิลปินเหล่านั้น กระบวนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติสำหรับการนำเสนอผลงานศิลปะ

สามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ในสภาพแวดล้อมดิจิทัลด้วย มีความเป็นไปได้สามารถเพิ่มแนวคิดของดิจิทัลสู่พิพิธภัณฑ์ แกลเลอรี งานศิลปะในพื้นที่ดิจิทัล เส้นทางการหมุนเวียนในหอศิลป์ทางกายภาพ ตำแหน่งของบัตรข้อมูล แสง และพื้นที่อื่น ๆ ส่วนประกอบควบคุม ได้แก่ การดูแลจัดการ มีการแปลงโฉมในนิทรรศการดิจิทัลเป็นการออกแบบ อินเทอร์เฟซ ในอนาคตควรมีวิเคราะห์ศักยภาพในการตรวจสอบประสบการณ์ผ่านการผสมผสานวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกัน เช่น การพัฒนา NFTs, gamification การเดินทางตามเกม การอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม และประสบการณ์ศิลปะในยุคดิจิทัล

8) การประยุกต์ใช้ด้านการขนส่ง ส่วนใหญ่การประยุกต์ใช้ด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุง และการดูแลรักษาเครื่องยนต์ในอุตสาหกรรมการบิน และการขนส่งอัจฉริยะ งานวิจัยของ Siyaev & Jo (2021) ได้พัฒนาเมตาเวิร์สในการบำรุงรักษาเครื่องบิน ความเป็นจริงผสมผสาน (MR) จะสร้างโอกาสมหาศาลสำหรับการโต้ตอบกับเครื่องบินเสมือนในรูปแบบดิจิทัลทวินที่มอบประสบการณ์ที่เกือบเหมือนจริง โดยรักษาระยะห่างทางกายภาพระหว่างกระบวนกรระบาดใหญ่โควิด-19 เครื่องจักรทันสมัยแฝด 3 มิติที่ส่งออกไปยัง MR การฝึกอบรมการซ่อมบำรุงเครื่องบินสำหรับโบอิง 737 ด้วยแว่นตาอัจฉริยะ ปรับปรุงด้วยโมดูลโต้ตอบเสียงพูดแบบเรียนรู้เชิงลึกสำหรับวิศวกรฝึกหัดเพื่อควบคุมสินทรัพย์เสมือนและเวิร์กโฟลว์โดยใช้คำสั่งเสียงพูด ทำให้นักบินฝึกหัดทำงานด้วยมือทั้งสองข้างได้ด้วยการใช้สถาปัตยกรรม Convolutional Neural Network (CNN) สำหรับคุณสมบัติด้านเสียง และส่วนการเรียนรู้ รวมถึงการจัดหมวดหมู่สำหรับคำสั่งและการระบุภาษา โมดูลคำพูดจะจัดการคำขอที่ผสมกันในภาษาอังกฤษและเกาหลีโดยให้ข้อเสนอแนะที่สอดคล้องกัน การบำรุงรักษาเครื่องบินช่วยปรับปรุงการศึกษาและการฝึกอบรมให้ดียิ่งขึ้น ให้การควบคุมการทำงานที่ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ ในความเป็นจริงผสมผสาน Njoku et al. (2022) กล่าวว่ามีการปรับใช้เมตาเวิร์สในอุตสาหกรรมขนส่งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงควรมีการพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะโดยอาศัยคุณลักษณะสำคัญของเมตาเวิร์สโดยจัดหาระบบที่ชาญฉลาดมากขึ้นโดยอิงจากการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการตรวจจับและซ่อมแซมข้อบกพร่องของยานพาหนะ การทดสอบเทคโนโลยีใหม่ และระบบป้องกันการโจรกรรม

9) การประยุกต์ใช้ด้านงานบริการต่าง ๆ จะเป็นการใช้ประโยชน์จากเมตาเวิร์สเพื่อยกระดับการบริการ เช่น การบริการเมืองอัจฉริยะ การบริการอสังหาริมทรัพย์ การเงิน และการยกระดับการใช้งานของเครือข่ายสังคมออนไลน์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

9.1) การบริการเมืองอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ ในฐานะโลกเสมือนจริงที่ขนานกับความเป็นจริง เมตาเวิร์สใช้เทคโนโลยีดิจิทัลทวิน ซึ่งเป็นวิธีการสำคัญในการสร้างเมืองอัจฉริยะเช่นกัน เทคโนโลยีดิจิทัลทวินสามารถทำแผนที่โลกทางกายภาพแบบดิจิทัล เก็บข้อมูลในเมือง เช่น ผู้คน ยานพาหนะ วัตถุ และอวกาศ และสร้างเมืองแฝดดิจิทัลที่มองเห็นได้ ควบคุมได้ และจัดการได้ สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการและบริการในเมือง และปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชาชน

9.2) การบริการอสังหาริมทรัพย์ การทำการตลาดหรือในมุมมองของ Property Agency เริ่มมีการนำเครื่องมืออย่างเช่น Matterport มาสร้าง Immersive Customer Experience ทำให้ลูกค้าสามารถเยี่ยมชมโครงการอสังหาริมทรัพย์ที่สนใจผ่าน Virtual 360 Tour ทำให้ลูกค้าที่ไม่อาจจะอยู่ที่ตำแหน่งใดของโลก ก็สามารถมีประสบการณ์กับอสังหาริมทรัพย์ที่สนใจได้ เกิดเป็นประสบการณ์จริงรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสถานการณ์โควิด-19 ที่ผ่านมา Immersive Content เหล่านี้ได้รับความนิยม และมีปริมาณการเข้าถึงเนื้อหาเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นอย่างเท่าตัว จึงต้องมีตัวตนในเมตาเวิร์สให้เป็นที่รู้จักและเข้าถึงได้ ส่งผลให้ทุกแบรนด์ต้องมีหน้าร้านเสมือน หรือตัวแทนในการนำเสนอสินค้าและบริการลูกค้า จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมในการก้าวเข้าไปดูแลลูกค้าในเมตาเวิร์สด้วย (Money & Banking Online, 2022)

9.3) การเงิน จากการลงทุนของกลุ่มธุรกิจด้านการเงิน การธนาคาร นอกจากการลงทุนด้าน Disruptive Technology ได้แก่ เทคโนโลยีด้านการเงิน (Fintech) โดยเฉพาะบล็อกเชน (Blockchain) ที่เกี่ยวกับด้าน Financial Services รวมถึงสินทรัพย์ดิจิทัล (Digital Asset) Web 3.0 และยังให้ความสำคัญกับเมตาเวิร์ส โดยได้ทำการสร้างพื้นที่สำหรับเชื่อมผู้คนจากทั่วทุกมุมโลกให้สามารถเข้ามามีส่วนร่วมบนโลกเสมือนจริง พร้อมต่อยอดและประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีอันทันสมัยกับอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงอุตสาหกรรมการเงิน เพื่อสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ได้ตามจินตนาการอย่างไร้ขีดจำกัด โดยแบ่งประโยชน์การใช้สอย 3 ด้านหลัก ได้แก่ 1) Virtual Hub พื้นที่แบ่งปันความรู้ (Event & Knowledge Sharing) เพื่อสร้างประสบการณ์ที่ดีและการมีส่วนร่วม 2) Virtual Land พื้นที่สำหรับพันธมิตรทางธุรกิจในการทำกิจกรรมร่วมกันและพัฒนาต่อยอดโครงการอื่นๆ ในอนาคต และ 3) พื้นที่แสดงผลงานและคอนเสิร์ตที่มุ่งสนับสนุนและผลักดันศิลปินชาวไทยสู่ตลาดโลก ในรูปแบบต่างๆ เช่น NFT Gallery เป็นต้น (Kaohoon, 2022) การสร้างพื้นที่ดังกล่าวถือเป็นการต่อยอดการบริการสำหรับการเงินและการธนาคาร

9.4) การยกระดับการใช้งานของเครือข่ายสังคมออนไลน์ สร้างโลกเครือข่ายดิจิทัลคู่ขนานที่ไม่ขึ้นกับความสัมพันธ์ทางสังคมที่แท้จริงของผู้ใช้เพิ่มอิสระของผู้ใช้ ปลดปล่อยพวกเขาจากข้อจำกัดของโลกแห่งความเป็นจริง และขยายวงการสังคมจากการดำเนินงานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมระบบการท่องเที่ยวอัจฉริยะ (Smart Tourism) ส่งเสริมจังหวัดสุพรรณบุรี ได้นำเมตาเวิร์สมาประยุกต์ใช้ระบบการท่องเที่ยวอัจฉริยะ โดยการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์ม

เมตาเวิร์ส แบบเปิดที่เรียกว่า "Extensible Metaverse" ซึ่งจะช่วยให้ นักพัฒนาใหม่สามารถพัฒนาความสามารถของระบบเมตาเวิร์สเพื่อการท่องเที่ยวได้อย่างอิสระ การดำเนินการวิจัยผ่านการวิเคราะห์ความต้องการ จากนั้นจึงวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบใหม่ ตามด้วยการนำไปใช้งาน และการประเมินระบบโดยผู้ใช้งาน

เมตาเวิร์สที่ขยายออกไปนั้น แบ่งออกเป็น 3 ระดับที่สร้างป้ายกำกับ อักขระ และวัตถุเสมือน นอกจากนี้ระดับการเชื่อมโยงยังรวมองค์ประกอบ 3 มิติ และระดับการปรับใช้รวบรวมผลลัพธ์ของลิงก์เพื่อใช้งานทั้ง 3 ส่วนโดยใช้โปรแกรม Blender, Godot Engine และ PHP + WebGL เป็นกลไกหลักตามลำดับ ระบบนี้ได้รับการทดสอบในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยได้รับการประเมินจากผู้ใช้งาน 428 คน ผลจากความพึงพอใจของเมตาเวิร์ส การเพิ่มประสบการณ์การท่องเที่ยว และความพึงพอใจโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงมาสู่การใช้เมตาเวิร์ส เท่ากับ 86.0% 79.7% และ 92.9% ตามลำดับ โดยสรุป metaverse ที่ขยายออกไปมีความยืดหยุ่นมากกว่าแพลตฟอร์มอื่น ๆ และยังสร้างความพึงพอใจของผู้ใช้และประสบการณ์การท่องเที่ยวในจุดหมายปลายทางที่ชาญฉลาดเพื่อสนับสนุนการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (Suanpang, 2022)

สรุปแล้วในการประยุกต์ใช้เมตาเวิร์สในอุตสาหกรรม สาขาวิชาชีพ ให้สามารถผสมผสานกันแบบไร้รอยต่อ เพิ่มศักยภาพการดำเนินชีวิตให้สามารถดำเนินต่อไปได้แม้มีข้อจำกัดเชิงพื้นที่และเวลา จึงเป็นความท้าทายในการดำรงชีวิตในโลกคู่ขนาน และพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินชีวิตสู่โลกอนาคตที่มาพร้อมกับเทคโนโลยีอุบัติใหม่ที่หลากหลายในมนุษย์สามารถดำเนินชีวิตอย่างชาญฉลาดในโลกอัจฉริยะได้

4. ความท้าทายสู่โลกคู่ขนานและอนาคตแห่งโลกอัจฉริยะ

Duan et al. (2021) ได้นำเสนอแนวคิดสถาปัตยกรรมสามชั้นของเมตาเวิร์สซึ่งสะท้อนให้เห็นความเชื่อมโยงโลกคู่ขนานระหว่างโลกแห่งความจริงทางกายภาพ และโลกเสมือนจริง ซึ่งประกอบด้วย ระบบนิเวศ การปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ดัง Figure 15

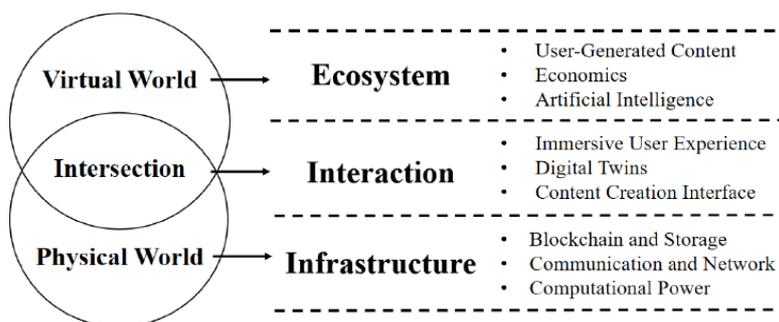


Figure 15 The three-tiered architecture of the metaverse

(Duan et al., 2021)

Figure 15 สถาปัตยกรรมสามชั้นของเมตาเวิร์สที่รองรับเทคโนโลยีอุบัติใหม่เพื่อเชื่อมโยงโลกคู่ขนานระหว่างโลกแห่งความจริงทางกายภาพ และโลกเสมือนจริง โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1) ระบบนิเวศ เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานในการเข้าถึงและสร้างเนื้อหา เศรษฐกิจเสมือน โดยอาศัยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนรู้เชิงลึกทำให้เกิดความก้าวหน้าอย่างมากในระบบอัตโนมัติสำหรับผู้ใช้ปฏิบัติงานและนักออกแบบในเมตาเวิร์ส และบรรลุประสิทธิภาพที่สูงกว่าวิธีการทั่วไป โดยต้องออกแบบปัญญาประดิษฐ์ที่มีน้ำหนักเบาซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Lee et al., 2021)

2) การปฏิสัมพันธ์ การที่ผู้ใช้งานสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบในระบบจะต้องอาศัยดิจิทัลทวิน เพื่อตีพิมพ์ประสบการณ์พิเศษในเมตาเวิร์ส และต้องมีการสร้างสรรค์เนื้อหาเพื่อการปฏิสัมพันธ์และผูกพันกันได้

3) โครงสร้างพื้นฐาน ในโลกแห่งความเป็นจริงต้องอาศัยเทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อใช้พิสูจน์การทำงานที่เป็นเอกฉันท์ รับประกันความปลอดภัยของข้อมูล การพิสูจน์การทำงานที่เร็วขึ้นเพื่อเร่งความเร็วการเข้าถึงข้อมูลและความสามารถในการขยายขนาดจึงเป็นความท้าทายที่ต้องแก้ไขจึงต้องอาศัยเครือข่าย และคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ในบล็อกเชนสาธารณะต้องสามารถตรวจสอบกลไกการปกป้องความเป็นส่วนตัวในบล็อกเชนสาธารณะได้

อย่างไรก็ตามการบูรณาการเป็นส่วนตัวอย่างรุนแรงและการละเมิดความปลอดภัย ซึ่งอาจมาจากเทคโนโลยีพื้นฐานหรือเกิดขึ้นในระบบนิเวศดิจิทัลใหม่ของเมตาเวิร์ส สามารถขัดขวางการใช้งานในวงกว้างได้ ในเวลาเดียวกัน ชุดของความท้าทายพื้นฐาน เช่น ความสามารถในการปรับขนาดและความสามารถในการทำงานร่วมกัน สามารถเกิดขึ้นได้ในการจัดเตรียมการรักษาความปลอดภัยเมตาเวิร์ส เนื่องจากลักษณะเฉพาะที่แท้จริงของ เมตาเวิร์ส เช่น ความสมจริงที่สมจริง สิ่งที่เป็นประเด็นท้าทายในการใช้งานเมตาเวิร์สคือ ความปลอดภัย ความยุติธรรม และความเท่าเทียม จึงต้องมองหาแนวทาง วิธีการใช้งานกำกับดูแลในโลกเมตาเวิร์สให้เป็นธรรมสำหรับผู้ใช้งาน (Kang et al., 2022)

Sriwatt (2022) กล่าวถึง การเข้าถึงความยุติธรรมอย่างเท่าเทียม และสิทธิมนุษยชน ยังคงเป็นพื้นฐานสำคัญไม่ต่างจากในเทคโนโลยีอื่น ๆ หลากทางเลือก หลายโมเดล กำกับดูแลโลกเมตาเวิร์ส ปัจจุบันยังไม่มีมีการกำกับดูแลเมตาเวิร์สที่ชัดเจนจากทางภาครัฐ แต่มีกฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับดิจิทัล ไม่ว่าจะเป็น พ.ร.บ.คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) หรือกฎหมายที่กล่าวถึงการระรานทางไซเบอร์ (Cyberbully) และกฎหมายอื่น ๆ ขณะที่แพลตฟอร์มด้านเมตาเวิร์สบางแห่งได้มีกฎเกณฑ์และนโยบายเพื่อให้ผู้ใช้งานรู้สึกปลอดภัยและมั่นใจในการใช้งานมากขึ้น เช่น แพลตฟอร์ม Oculus ที่ดำเนินกิจการโดย Meta ได้ออกกฎเกณฑ์ว่าทุกคนในโลกเสมือนจริงจะต้องมีระยะห่างระหว่างกัน 4 นิ้ว จนกว่าผู้ใช้งานจะเจอคนรู้จัก จึงจะสามารถปิดฟังก์ชันนี้ได้ อย่างไรก็ตามระยะห่างดังกล่าวไม่สามารถป้องกันการกลั่นแกล้งผู้ใช้งานจากคำพูดหรือภาษามือ และอีกตัวอย่างหนึ่งคือการกำกับดูแลของ Roblox แพลตฟอร์มเกมสำหรับเด็ก ซึ่งประกอบไปด้วยเกมมากมาย โดยแต่ละเกมมีเกณฑ์อายุของผู้เล่นแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมต่อช่วงวัยของผู้ใช้งาน ในการจะเลือกแนวทางกำกับดูแลเมตาเวิร์สรูปแบบใดสิ่งที่จะต้องคำนึงด้วย คือ ประเด็นทางจริยธรรม ดังนี้

1) การมีแนวทางการกำกับดูแลเชิงรุก โดยไม่ข้ามเส้นจนเป็นการเซนเซอร์หรือขัดขวางเสรีภาพในการแสดงออกแต่อยู่บนฐานจริยธรรมที่พึงมี

2) ความโปร่งใสของอัลกอริทึม โดยต้องเปิดเผยให้มีการตรวจสอบ เพื่อป้องกันอคติของอัลกอริทึม และป้องกันไม่ให้บริษัทถือครองข้อมูลทั้งหมด

3) สิทธิในการเลือกที่จะเชื่อมโยงระหว่างเมตาเวิร์สกับโลกทางกายภาพ ให้เมตาเวิร์สเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยแก้ปัญหาในโลกจริง ไม่ว่าจะเป็นการช่วยให้มนุษย์ปรับตัวภายใต้วิกฤตทางสภาพภูมิอากาศได้ดีขึ้น หรือช่วยลดความเหลื่อมล้ำในสังคม และการจะเชื่อมโยงทั้งสองโลกอย่างไร้รอยต่อ จำเป็นอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงการเข้าถึง ซึ่งหมายถึงการทำให้ผู้คนสามารถเข้าถึงและใช้บริการบนโลกเสมือนจริงได้อย่างเท่าเทียม และขณะเดียวกันผู้คนที่

ต้องการออกจากโลกเมตาเวิร์สก็ควรจะมีทางเลือกในการออกได้เช่นเดียวกันหลากช่องทางต่อเมตาเวิร์ส เมื่อความยุติธรรมบนโลกเสมือนจริงอาจไม่ยุติธรรมจริง

ความท้าทายด้านประเด็นทางจริยธรรมการใช้งานแพลตฟอร์มโซเชียลและแพลตฟอร์มเมตาเวิร์สได้เสนอดัง

Figure 16

แพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย	แพลตฟอร์มเมตาเวิร์ส	ความเสี่ยง	กฎระเบียบและการควบคุม
การโต้ตอบเป็นแบบ 2 มิติ	การโต้ตอบเป็นแบบ 3 มิติ	- โปรไฟล์ผู้ใช้	- ข้อมูลที่รวบรวมต้องแจ้งประโยชน์ต่อ
YouTube	AR	จำนวนมหาศาล	ผู้ใช้งาน
TikTok	VR	- ธุรกิจการใช้ข้อมูล	- การรับรู้และควบคุมการรวบรวมข้อมูล
FB	XR	- รอยเท้าดิจิทัล	- ผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย
IG	Avatar 3 มิติ	การนำข้อมูลไปใช้ในทางที่ผิด	ป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล และความ
			เป็นส่วนตัว การใช้งานตามวัตถุประสงค์

Figure 16 Ethical challenges in using social platforms and metaverse platforms

จาก Figure 16 ความท้าทายด้านประเด็นทางจริยธรรมการใช้งานแพลตฟอร์มโซเชียลและแพลตฟอร์มเมตาเวิร์ส จะพบว่าผู้ใช้งานจะมีความเสี่ยงในการกรอกข้อมูลของผู้ใช้งาน หากผู้ใช้งานมีโปรไฟล์มากขึ้น ดังนั้นการจัดเก็บและการประมวลผลจะมีจำนวนมากขึ้น การใช้ข้อมูลอาจมีการนำข้อมูลไปใช้ในทางที่ผิดได้ จึงจำเป็นต้องมีกฎระเบียบการใช้งานและควบคุมการใช้งานเพื่อความเป็นธรรมแก่ผู้ใช้งานตามวัตถุประสงค์ของผู้ควบคุม

นอกจากนี้การเพิ่มอำนาจต่อรองของผู้ใช้งานเมตาเวิร์ส โดยการขับเคลื่อนโดยชุมชนเสมือนจริงของผู้ใช้งาน และสิ่งที่ควรค่าอย่างยิ่งในการพัฒนาเมตาเวิร์สต่อไปในอนาคต คือ การนำหลักการของสังคมที่ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมขับเคลื่อนมาประยุกต์ใช้บนโลกเสมือนจริงให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเมตาเวิร์สได้อย่างชาญฉลาด เพื่อพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกอัจฉริยะโดยแบ่งปันความรับผิดชอบร่วมกัน

5. บทสรุป

จากนวนิยายวิทยาศาสตร์ไซไฟกำลังเข้าใกล้ความเป็นจริงมากขึ้นทุกขณะด้วยเมตาเวิร์ส เป็นการสร้างความเสมือนที่ทำให้มนุษย์เข้าสู่โลกเสมือนแบบไร้พรมแดน ด้วยผลของความล้ำหน้าทางเทคโนโลยีที่พัฒนายิ่งขึ้นไปทุกวัน เช่น ความจริงเสมือน ความเป็นจริงเสริม ความเป็นจริงผสม ความเป็นจริงขยาย 5G หุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง บล็อกเชน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน โดยเมตาเวิร์สสามารถสร้างโลกแห่งจินตนาการด้วยการสร้างเมืองต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบเมืองประวัติศาสตร์ ร่วมสมัย หรือเมืองแห่งอนาคต สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ฝึกทหาร การฝึกขับขี่ยานพาหนะและการขนส่ง การออกแบบเมือง การจัดงาน การศึกษา ห้องสมุดแหล่งเรียนรู้ การแพทย์ ธุรกิจการค้า การท่องเที่ยว ความบันเทิงและงานแสดงเสมือนจริง การจัดการทรัพยากรและงานศิลปะ และการประยุกต์ใช้ด้านงานบริการต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการมาถึงของเมตาเวิร์สก็นำไปสู่ความกังวลไม่น้อยเช่นกัน เพราะการใช้ชีวิตบนโลกเสมือนจริงก็มีความเป็นไปได้ไม่น้อยที่จะต้องเจอกับการคุกคามทางดิจิทัลรูปแบบใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการถูกกลั่นแกล้งหรือกระทั่งอาชญากรรมหลายรูปแบบที่ต่างไปจากโลกความเป็นจริง แต่เมื่อโลกเมตาเวิร์สเกิดขึ้นแล้วก็ต้องมีวิธีการแนวทางในการกำกับดูแลให้สะท้อนถึงการใช้อย่างยุติธรรม เท่าเทียม และความมั่นคงปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งานอย่างมีความรับผิดชอบร่วมกันในโลกอัจฉริยะแห่งอนาคต

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอยืนยันว่างานวิจัยนี้ไม่มี ความขัดแย้งทางผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับบทความนี้กับบทความอื่น ๆ

REFERENCES

- AleXa.. (2022). *First METAVERSE Concert" Best Moments*. Retrieved October 17, 2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=d1Y89CTGWVA>.
- Allison, C., Oliver, I., Miller, A., Davies, C. J., & McCaffery, J.. (2013). From Metaverse to MOOC: Can the Cloud meet Scalability Challenges for Open Virtual Worlds? *Proceedings of the Immersive Education Summit Boston 2013*, iED, iED 2013, Boston, United States.
- Ando, Y., Thawonmas, R. & Rinaldo, F. Inference of Viewed Exhibits in a Metaverse Museum. *International Conference on Culture and Computing*, Kyoto, .219-218 <https://doi.org/10.1109/culturecomputing.2013.73>.
- Binti, E. N., Abd, M. F. & Narasuman, S.. (2019). Development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for English Teachers: The Validity and Reliability. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(20), 18-33. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i20.11456>.
- Berry, S.. (2019). Teaching to connect: Community-building strategies for the virtual classroom. *Online Learning*, 23(1), 164-183. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1210946>.
- Boonlue, S. (2022). Metaverse for Education: The Connection between the Metaverse with The Real World of Learning to Create Immersive Learning. *Academic Journal of North Bangkok University*, 11(1), 9-16. [In Thai].
- Borg, J.. (2022). *5 metaverse concert platforms you need to pay attention to*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.hypebot.com/hypebot/2022/07/5-metaverse-concert-platforms-you-need-to-pay-attention-to.html>.
- Díaz, J. E. M. & Saldaña, C. A. D.. (2020). Virtual World as a Resource for Hybrid Education. *International Journal of Emerging Technology in Learning (IJET)*, (15)15, .109-94 <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.13025>.
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W.. (2021). Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype. *Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia (MM'21)*, October 20–24, 2021, Virtual Event, China. ACM, New York, NY, USA, pp.153-161. <https://doi.org/10.1145/3474085.3479238>.
- Escobar, G. M.. (2015). *Posibilidades educativas del entorno 3D Second Life para docentes*. Estudio de caso con docentes de un postgrado de la Universidad Nacional de la Plata. (Tesis de maestría), Universidad de la Plata, Argentina. <https://doi.org/10.35537/10915/49862>.
- EVENTX.. (2022). *Virtual Concert In The Metaverse: The Future of the Musical Industry*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.eventx.io/blog/virtual-concert-in-the-metaverse-the-future-of-the-musical-industry>.
- Fortis, S.. (2022). *Spatial digital art exhibitions to level up metaverse experiences*. Retrieved October 9, 2022, from <https://cointelegraph.com/news/spatial-digital-art-exhibitions-to-level-up-metaverse-experiences>.

- Graaf, H.. (2016). Social Inclusion through Games and VR. *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, Barcelona, 2.06, 1-2. <https://doi.org/10.1109/vs-games.2016.7590366>
- Grover, N.. (2022). *Wait, did H&M actually open its first virtual store in the metaverse?* Retrieved October 17, 2022, from <https://www.lifestyleasia.com/bk/style/fashion/hm-first-virtual-store-in-metaverse-2022/>.
- Han, Y., Niyato, D., Leung, C., Miao, C., & Kim, D. I.. (2021). *A Dynamic Resource Allocation Framework for Synchronizing Metaverse with IoT Service and Data*. Cornell University, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.00431>.
- Hill, V. & Lewis, S.. (2016). Future Libraries: Will You Checkout a Virtual Reality Head Mounted Display? *Journal of Virtual Studies*, (1)7, .53-48 <http://ejournal.urockcliffe.com/index.php/jovs/issue/view/issue/10/11>.
- Hill, V., Vans, M., & Dunavant-Jones, A.. (2017). Metaverse Libraries: Communities as Resources. *Journal of Virtual Studies*, (2)8, .37-27
- Jamiai, A.. (2019). The Role of Netiquettes in Establishing Relationships in Virtual Learning Communities. *International Journal of Language and Literary Studies*, 1(2). <https://doi.org/10.36892/ijlls.v1i2.29>.
- Jaramillo, M. J., Morales, A. L. & Coy, M. D.. (2017). Una experiencia en el uso de metaversos para la enseñanza de la física mecánica en estudiantes de ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(24), 20-30. <https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.778>.
- Kang, J., Ye, D., Nie, J., Xiao, J., Deng, X., Wang, S., Xiong, Z., Yu, R., & Niyato, D.. (2022). Blockchain-based Federated Learning for Industrial Metaverses: Incentive Scheme with Optimal Aol. *2022 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, pp.71-78. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.07384>.
- Kaphoon.. (2022). *SCB 10X sets up “Metaverse” headquarters on “The Sandbox” into the virtual world*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.kaphoon.com/news/523204>. [In Thai].
- Kim, J.. (2021). A Study on Metaverse Culture Contents Matching Platform. *International Journal of Advanced Culture Technology*, 9(3), 232-237. DOI <https://doi.org/10.17703/IJACT.2021.9.3.232>.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo., S.. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32>.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C., & Hui, P.. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *JOURNAL OF LATEX CLASS FILES*, 14(8), 1-66. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05352>.
- Manageronline.. (2022). *Open the world to learn about the Suphan Buri metaverse, raising the creative tourism*. Retrieved October 9, 2022, from <http://gotomanager.com/content/118846/>. [In Thai].

- Márquez, D. J.. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación superior colombiana. *Revista ingeniare*, 23, 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>.
- McAuliffe, Z.. (2022). *Meta Avatars Have Legs and Are Coming to Your Zoom Meetings*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.cnet.com/tech/services-and-software/meta-avatars-have-legs-and-are-coming-to-your-zoom-meetings/>.
- Money & Banking Online.. (2022). *Property Plus aims to use Metaverse to enhance real estate services*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.blockdit.com/posts/62304c55d9ed00f85d9b5056>. [In Thai].
- Njoku, J. N., Nwakanma, C. I., Amaizu, G. C. Kim, D. S.. (2022). Prospects and challenges of Metaverse application in data-driven intelligent transportation systems. *IET Intelligent Transport Systems*, 1-21, DOI: 10.1049/itr2.12252.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., Orfanakis, V., & Zaranis, N.. (2017). The Appropriateness of Scratch and App Inventor as Educational Environments for Teaching Introductory Programming in Primary and Secondary Education. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 12(4), 58-77. <https://doi.org/10.4018/ijwltt.2017100106>.
- Park, S. M. & Kim, Y. G.. (2022). A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. *IEEE Access*, 10(2022), 4209-4251. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3140175.
- Petrigna, L., Musumeci, G.. (2022). The Metaverse: A New Challenge for the Healthcare System: A Scoping Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(63), <https://doi.org/10.3390/jfmk7030063>.
- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R.M., Yılmaz, T.K., & Göktaş, Y.. (2017). 3D Virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 81-100. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9467-0>.
- Phattharapoompakde, P.. (2022). *Looking at China in the Metaverse era*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.blockdit.com/posts/62304c55d9ed00f85d9b5056>. [In Thai].
- Sarrab, M., Elbasir, M., & Alnaeli, S.. (2016). Towards a quality model of technical aspects for mobile learning services: An empirical investigation. *Computers in Human Behavior*, 55, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.003>.
- Sequeira, L. M. & Morgado, L.. (2013). Virtual archaeology in Second Life and OpenSimulator. *Journal of Virtual Worlds Research*, 6(1), 3-18, 2013. <https://doi.org/10.4101/jvwr.v6i1.7047>.
- Serisamran, T.. (2021). *A new dimension of concerts! What happens when an artist enters the world of the Metaverse?* Retrieved October 9, 2022, from <https://moneyandbanking.co.th/article/news/plus-property-metaverse-20062022>. [In Thai].
- Siyae, A & Jo, G.-S.. (2021). Towards Aircraft Maintenance Metaverse Using Speech Interactions with Virtual Objects in Mixed Reality. *Sensors*, 2021(21), 2066. <https://doi.org/10.3390s.21062066>
- Sosa, N. E., Salinas, J. & De Benito, B.. (2017). Emerging Technologies (ETs) in Education: A Systematic Review of the Literature Published between 2006 and 2016. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 12(5), 128-149. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i05.6939>.

- Sriwat, K.. (2022). *Opening the justice world on the 'metaverse', designing justice in the virtual world to be truly fair*. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.the101.world/metaverse-digital-justice/>. [In Thai].
- Suanpang, P., Niamsorn, C., Pothipassa, P., Chunhataragul, T., Netwong, T., & Jernsittiparsert, K.. (2022). Extensible Metaverse Implication for a Smart Tourism City. *Sustainability*, 14, 14027. <https://doi.org/10.3390/su142114027>.
- Sumtsova, O. V., Aikina, T. Y., Bolsunovskaya, L. M., Phillips, C. Zubkova, O. M. & Mitchell, P. J.. (2018). Collaborative Learning at Engineering Universities: Benefits and Challenges. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(1), 160-177. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i01.7811>.
- Tarouco, L., Gorziza, B., Corrêa, Y., Amaral, É. M. & Müller, T.. (2013). Virtual laboratory for teaching Calculus: An immersive experience. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Berlin, 774-781. <https://doi.org/10.1109/educon.2013.6530195>.
- TECHSAUCE.. (2021). *The Royal Institute coined the term Metaverse as ' Chakravan Narumit'*. Retrieved December 3, 2022, from <https://techsauce.co/metaverse/metaverse-meaning-in-thai>. [In Thai].
- Truly, A.. (2022). Meta Quest Pro vs. Quest 2: here's how they stack up. Retrieved October 9, 2022, from <https://www.blockdit.com/posts/62304c55d9ed00f85d9b5056>.
- Valencia, M.. (2022). Start-Up Is Building A 'Twin' Bali Metaverse For Tourism Experiences. Retrieved October 17, 2022, from <https://www.travelinglifestyle.net/start-up-is-building-a-twin-bali-metaverse-for-tourism-experiences/>.
- Varinlioglu, G., Oguz, K., Turkmen, D., Ercan, I., Turhan, G. D.. (2022). Work of Art in the Age of Metaverse Exploring digital art through augmented reality. *eCAADe*, 40(2), 447-456.
- Yang, Q., Zhao, Y., Huang, H., Xiong, Z., Kang, J., & Zheng, Z.. (2022). Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 3(2022), 122-136. DOI: 10.1109/OJCS.2022.3188249.
- Yang, D., Zhou, J., Chen, R., Song, Y., Song, Z., Zhang, X., Wang, Q., Wang, K., Zhou, C., Jiayuan Sun, J., Zhang, L., Bai, L., Wang, Y., Wang, X., Lu, Y., Xin, H., Powell, C. A., Thüemmler, C., Chavannes, N. H., Chen, W., Wu, L., & Bai, C.. (2022a). Expert consensus on the metaverse in medicine. *Clinical eHealth*, 5(2022), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2022.02.001>.
- Yang, D., Zhou, J., Song, Y., Sun, M., & Bai, C.. (2022b). Metaverse in medicine. *Clinical eHealth*, 5(2022), 39-43. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2022.04.002>.
- Wood, D. & Gregory, S.. (2017). "The affordances of virtual worlds as authentic, culturally diverse learning environments". Wood, D. & Gregory, S. (Ed.). *Authentic Virtual World Education. Facilitating Cultural Engagement and Creativity*, (pp. 1-23). Washington: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6382-4_1.