فصلنامه مطالعات فضا و مکان

دوره ۲، شماره ۶، صص.۷۶-۵۷، زمستان ۱۴۰۲

ترجمه انگلیسی این مقاله با عنوان:
A Review of the Role of Metaverse in the Future of the Architecture Industry with a Virtual Reality Approach
در همین شماره به چاپ رسیده است.

مطالعه مروری نقش متاورس در آینده صنعت معماری با رویکرد واقعیت مجازی

سحر طوفان* [۱]، آی تک سرخابی [۲]

۱. دانشیار گروه معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز ، ایران.
۲. دانشجوی دوره دکتری تخصصی، گروه معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز ، ایران.

فناوری معماری

مقاله مروری

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۱۲/۲
تاریخ بازنگری:

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۶/۲۴
تاریخ انتشـار:
۱۴۰۲/۱۲/۲۵

واژگان کلیدی:
فناوری نوین،
متاورس،
واقعیت مجازی،
هدست،
معماری.

چکیده:

چشم‌انداز فناوری در میانه یک سفر تحول‌آفرین است و در قلب این تکامل دو مفهوم پیشگامانه نهفته است: متاورس، جهانی موازی در صنعت تکنولوژی و واقعیت مجازی، روشی برای دستیابی به این جهان. همان‌طور که این قلمروهای دیجیتال به پیشرفت خود ادامه می‌دهند، تقاطع آن‌ها احتمالات بی‌سابقه‌ای را ایجاد می‌کند و نحوه درک و تعامل ما با دنیای دیجیتال و فیزیکی را تغییر می‌دهد. این تجربه توسط دستگاه‌های تخصصی، مانند هدست‌های واقعیت مجازی و کنترل‌کننده‌ها، که حرکات کاربران را ردیابی می‌کنند و بازخورد حسی ارائه می‌دهند، تسهیل می‌شود. هدف این بررسی، آشنایی با مباحث نوین معماری و ارائه واژه‌شناسی در ادبیات نوین هزاره سومی می‌باشد. پیچیدگی‌های واقعیت مجازی و متاورس، آشکار کردن ابعاد فردی آن‌ها و پرده‌برداری از ارتباط و کاربرد آن‌ها در معماری از ویژگی‌های این مباحث است. سؤال اصلی درک ارتباط جهان متاورس و تکنولوژی واقعیت مجازی و چگونگی فعالیت معماران در این فضا و فرصت‌های ایجادشده بر این بستر می‌باشد. روش پژوهش در این مقاله، از منظر هدف غایی روش کاربردی و از منظر جمع‌آوری اطلاعات، مروری بوده که بر پایه پیشینه تحقیقات انجام‌گرفته، تدوین‌شده است و اطلاعات مکتوب از مستندات در سایت‌های اینترنتی، کتب و مقالاتی که اکثراً به زبان انگلیسی چاپ‌شده سال‌های اخیر می‌باشند. فلذا سعی شده با ترجمه دقیق مطالب، اطلاعات به‌روز و مفیدی در عرصه متاورس و واقعیت مجازی ارائه شود.

* **نویسنده مسئول :** *+989144112547* , *sahar.toofan@iaut.ac.ir*

مقدمه

متاورس، به اینترنت نسل بعدی اشاره دارد که در آن کاربران می‌توانند با برنامه‌های کاربردی نرم‌افزاری و سایر کاربران تعامل داشته باشند. (Duan et al., 2021) این اصطلاح برای اولین بار در کتاب علمی تخیلی نیل استفنسون به نام «برخورد برف» به‌عنوان یک محیط مجازی گسترده که در کنار دنیای واقعی وجود دارد و در آن افراد از طریق آواتارهای دیجیتالی ارتباط برقرار می‌کنند در سال ۱۹۹۲ استفاده شد. (Shakeri,2023) متاورس چشم‌اندازی است که می‌تواند محیطی را ایجاد کند که در آن افراد می‌توانند جهان‌های واقعی و مجازی را ببینند. در این شرایط، هیچ هزینه حمل‌ونقلی وجود ندارد و محدودیتی برای تعداد افراد، کاربران، بازیکنان، زبان‌آموزان یا کارآموزانی که می‌توانند شرکت کنند وجود ندارد. ازاین‌رو و به دلیل چنین ویژگی، متاورس پژوهشگران مختلفی را از حوزه‌های مختلف جذب کرده است. (M. AL-GHAILI,2022)

معماران مدت‌هاست که برای توسعه مفاهیم خود برای مشکلات طراحی خاص بر ابزارهای تجسم تکیه می‌کنند. از طراحی‌های سنتی اولیه گرفته تا تجسم‌های سه‌بعدی و محیط‌های مجازی، همگی معماران را قادر می‌سازند تا خروجی‌های طراحی را نسبتاً در مراحل اولیه نشان دهند. پروژه‌های دنیای واقعی شبیه به آنچه معماران از ابتدا تصور می‌کردند هستند. به‌عبارت‌دیگر، فرآیند طراحی همیشه با ایجاد نمایش دیجیتالی یک پروژه و سپس تلاش برای تکرار آن در زندگی واقعی آغازشده است. هنگامی‌که نمایش دیجیتالی قطعات طراحی کامل شد، معماران طرح خود را برای ساخت آماده می‌کنند. بااین‌حال، تجسم نهایی از توابع واقعی معماری، محدودیت‌های ساختار، جاذبه، مادیت، حریم خصوصی و قوانین فیزیکی پدید می‌آید، به این معنی که معماری تجسم‌های ارائه‌شده به‌صورت دیجیتالی را تکامل می‌دهد. با رشد متاورس، تمام محدودیت‌های فیزیکی در حال حذف شدن هستند و معماران می‌توانند مرزهای نحوه نمایش فضاها را بدون در نظر گرفتن مجازی یا فیزیکی بودن، گسترش دهند. به‌عنوان یک محیط مجازی در اینترنت، متاورس قواعد معماری را بازتعریف می‌کند و امکانات بی‌پایانی برای نوآوری معماری ارائه می‌دهد.

واقعیت مجازی را می‌توان به‌عنوان یک محیط کامپیوتری تعاملی چندمنظوره تعریف کرد که در آن یادگیرنده با محتوا تعامل بیشتری دارد و از طریق آزادی پیمایش و تعامل فعالانه شرکت می‌کند. این محیط‌ها گسترش تجربیات زندگی واقعی را فراهم می‌کنند، درحالی‌که درجات مختلفی از مدیریت و انجام‌وظیفه را فراهم می‌کنند. (M.E. Portman،۲۰۱۹)

واقعیت مجازی کاربردهایی در صنایع مختلف پیداکرده است. از ایجاد انقلابی در تجربه بازی گرفته تا افزایش آموزش پزشکی و درمان و معماری، تأثیر واقعیت مجازی عمیق است. چنین تکنولوژی قطعاً محدود به فعالیتی خاص نخواهد بود و مخترعین، این تکنولوژی را در ابعاد و شاخه‌های مختلف بسط خواهند داد تا علاقه‌مندان بیشتری را جذب دستاورد خود سازند. مهم‌ترین کاربرد واقعیت مجازی را می‌توان در طراحی ساختمان برای درک سیستم‌های ساخت‌وساز و انتخاب مصالح با ارزیابی آن در ساختمان مجازی یافت. این بدان معنی است که طراح می‌تواند مشکلات و خطاهای واقعی موجود در طرح پیشنهادی را شناسایی کرده و آن‌ها را اصلاح کند و همچنین امکان تشخیص زیبایی‌شناسی طراحی خود را در حین حرکت مجازی در طرح پیشنهادی فراهم کند. بنابراین، طراحان نتایج بهتری نسبت به بررسی طرح در گرافیک دوبعدی دریافت می‌کنند. (Esra'a Ashgan, 2022).

هدف این بررسی، پیچیدگی‌های واقعیت مجازی و متاورس، آشکار کردن ابعاد فردی آن‌ها و پرده‌برداری از ارتباط و کاربرد آن‌ها در معماری است و مفاهیم اساسی متاورس و واقعیت مجازی را برای شناسایی عناصر مهمی که می‌توانند بر طراحی معماری تأثیر بگذارند، تشریح می‌کند.

پیشینه و مبانی نظری

بعد از مطالعه منابع داخلی و خارجی و اطلاعات مندرج در اینترنت، کتب و مقالات مجموعه‌ای از جدول پیشینه ادبیات تحقیق مرتبط با موضوع پژوهش در قالب جدول شماره ۱ ارائه شده است.

روش تحقیق

روش تحقیق اتخاذ شده در این پژوهش، جمع‌آوری اطلاعات از داده‌های ثانویه مجلات پژوهشی و مقالات منتشرشده و بررسی ایده متاورس، واقعیت مجازی و امکان استفاده از آن در صنعت معماری و تحلیل بیشتر نقش و تحول واقعیت مجازی در دیدگاه معماری است.

جدول شماره ۱) پیشینه ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش

ردیف	عنوان منبع	نویسنده	سال	محل نشر	خلاصه محتوی
۱	3D virtual worlds and metaverse: current status:and future possibilities	John D. N. Dionisio Richard gilbert	2013	ACM *Computing Surveys* · *June*	چهارپایه متاورس: واقع‌گرایی، فراگیری‌دسترسی، قابلیت همکاری و تعامل، مقیاس‌پذیری محدودیت‌ها: محدودیت در روش‌های محاسبات،تسلط بر حریم خصوصی در این مقاله تاریخچه متاورس بررسی‌شده که در سال ۱۹۷۰ با گیم dungons&dragonsاستارت خورد و در ۱۹۸۰ اولین کاراکترهای مجازی ایجاد شد و... پایه‌های جهان مجازی : ۳بعدی محور و شبیه‌سازی چالش متاورس: حرکت از سمت محیط‌های پیچیده مستقل به شبکه بزرگ یکپارچه و زمینه رقابت موازی برای تمامی انسان و فرهنگ‌ها کلمات کلیدی: متاورس،۳بعدی محور
۲	Metaverse for Social Good: A University Campus Prototyp	Haihan Duan	2021	ACM International Conference on	در این مقاله به مبانی نظری و مفهوم متاورس پرداخته‌شده است ویژگی‌های کاربری برای عموم در این جهان بررسی‌شده و در مورد معماری ۳ لایه اصلی متاورس بحث شده است. که شامل زیرساخت، تعامل و اکوسیستم است.
۳	How Metaverse Evolves The Architectural Design	Sheida Shakeri Muhammad Ali Ornek	2023	Architecture and Planning Journal (APJ)	در این مقاله معماری در متاورس در ۳ فاز بررسی‌شده: ابزار، روش‌های طراحی و ویژگی‌های مکانی مقایسه تفاوت طراحی در محیط مجازی و فیزیکی روش‌های طراحی: قوانین فیزیک در جهان واقعی و الگوریتم ۳بعدی سازی برای متاورس در ۷ لایه آن لایه‌های متاورس: تجربه، اکتشاف، اقتصاد سازنده، محاسبات فضایی، غیرمتمرکز بودن، رابط انسانی، زیرساخت معماران در این فضا وظیفه‌دارند طراحی‌های ۳بعدی انجام دهند که قابلیت تعامل داشته و برای کاربران متقاعدکننده به نظر بیاید و مهم‌ترین اصل واقعیت مجازی تعامل در آن است
۴	Designing a Framework for Metaverse Architecture	Tang, Sheng Kai and Hou, June-Hao	2022	th CAADRIA ۲۷ Conference	این مقاله، یک مطالعه کیفی را برای جمع‌آوری اطلاعات کاربران، نیازها، شناسایی نیازمندی‌های معماری، و ایجاد یک چارچوب اولیه برای معماری متاورس است. این چارچوب استراتژی‌هایی را برای ترکیب عناصر معماری هولوگرافیک و فیزیکی برای برآوردن نیازهای کاربران از متاورس ارائه می‌دهد.
۵	Metaverse ‘ In Architectural Heritage Documentation & Education	Ashraf A. Gaafar	2021	Advances in Ecological and Environmental Research	این مقاله که در دوران فراگیری کووید نگارش شده، محقق استفاده از متاورس را در آموزش معماری برای ایجاد یک رابطه تعاملی بین دانشجویان معماری و اساتید و مربیان آن‌ها بدون وجود فیزیکی پیشنهاد می‌کند. بخش عملی این مقاله یک مدل واقعیت مجازی تعاملی ۱:۱ ارائه می‌کند و با نتیجه‌گیری و توصیه‌هایی به پایان می‌رسد که به هر مدرسه معماری کمک می‌کند یک واقعیت مجازی کاملاً فراگیر بسازد.

ادامه جدول شماره ۱) پیشینه ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش

ردیف	عنوان منبع	نویسنده	سال	محل نشر	خلاصه محتوی
۶	A Review of Metaverse's Definitions, Architecture, Applications, Challenges, Issues, Solutions, and Future Trends	ABBAS M. AL-GHAILI HAIROLADENAN KASIM	۲۰۲۲	IEEE Access	نگرانی‌ها در متاورس: امنیت این فضا و جدید بودن آن به شکل امروزی و نیاز به ورود محققان برای تکامل آن و گران بودن دسترسی ابزار دسترسی: عینک‌های مجازی، هدست‌ها، گوشی و... زیرمجموعه متاورس: واقعیت افزوده، واقعیت مجازی، XR، MR، اینترنت اشیا، بلاک‌چین، هوش مصنوعی،Edge Computing، بازسازی ۳بعدی، digital twin هدف مقاله: بررسی ایرادات و تهدیدهای تکامل متاورس و تکنولوژی‌های جدید و بررسی چهارچوب‌ها برای یافتن راه‌حل در آینده
۷	Virtual Reality in Architectural and Structural Design and its Effect on the Recipient	Qubad Sabah	۲۰۲۲	of Global Journal InformationTechnology Management	این تحقیق نقش واقعیت مجازی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کاربردهای کامپیوتری از زمان ظهور آن در دهه ۱۹۶۰ تاکنون و کاربردهای آن در طراحی معماری و سازه را بررسی می‌کند. واقعیت مجازی به‌عنوان یک نوآوری تکنولوژیک در چند سال اخیر مورداستفاده قرارگرفته است که به دلیل پتانسیل‌های فراوانی که در بالا بردن کیفیت و اثربخشی حل مشکلات پیش روی طراحان در فرآیند ارائه ایده به گیرنده نقش دارد.
۸	Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning	M.E. Portman	۲۰۱۹	ELSEVIER	این مقاله به بررسی استفاده از محیط‌های واقعیت مجازی (واقعیت مجازی) برای تحقیق و آموزش در زمینه سه رشته معماری، معماری منظر و برنامه‌ریزی محیطی می‌پردازد. در سه زمینه مورد بررسی ما از این تکنولوژی برای نمایش واقعیت‌های غیرقابل دسترس استفاده می‌شوند.در این مقاله فرصت‌ها و چالش‌های تحقیقاتی فعلی واقعیت مجازی در هر رشته توصیف‌شده و بر آنچه آن‌ها می‌توانند از اشتراک‌گذاری سیستم‌های واقعیت مجازی برای تحقیق و آموزش به دست آورند، تأکید می‌شود.
۹	Virtual Reality in Architecture	Esra'a Ashgan	2022	Civil Engineering and Architecture, Vol. 11	واقعیت مجازی (واقعیت مجازی) برای تقویت تخیل و به‌عنوان منبعی برای رسیدگی به مشکلات پیچیده تکنولوژیکی که در واقع در زمینه معماری رخ می‌دهد استفاده می‌شود. بنابراین، این مقاله بحثی را در مورد نقش واقعیت مجازی در حوزه معماری ارائه می‌کند. این مقاله بر این تمرکز دارد که چگونه واقعیت مجازی می‌تواند به تکامل معماری کمک کند.
۱۰	The metaverse as opportunity for architecture and society: design drivers, core competencies	Patrik Schumacher	۲۰۲۲	Schumacher Architectural Intelligence	وظایف معمار در فضای متاورس: ایجاد ظاهر فوق‌العاده در فضاها و محیط تعاملی – ایجاد کارکرد اجتماعی در محیط با درنظرگرفتن چارچوب فضایی- تطابق با شرایط معاصر و خلاقیت که همه این فاکتورها باعث ایجاد سیستم عملکرد واحد با کارکرد اجتماعی و تعاملات ارتباطی می‌شود. چهار ویژگی طراحی: اجتماعی، فضا شناسی، پدیدارشناسی و نشانه‌شناسی هدف پروژه: نشان دادن این‌که تمدن تکنولوژیکی ما آزادی برای پیشرفت را برای همگان فراهم نمی‌کند و آزادی و خلاقیت در متاورس نشان میدهد که درصورت وجود این آزادی انقلابی در ابداع به وجود می‌آید و تنها نیاز شروع یک کار، علاقه می‌باشد. آینده متا: تلپورت در جهان بدون مرز، طی زمان تمامی اتفاقات و ادارات در این جهان هم تشکیل می‌شود، ترکیب فضای شهری و مجازی، معماری رابط به‌سوی جهان مجازی خواهد بود، به دلیل باز بودن فضا برای عملکرد متا ارتقا خواهد یافت و یک محیط خلاق خود شکل گرفته مانند دولت غیرمتمرکز خواهد بود. متا جایگزین شهرهای هوشمند آینده

ادامه جدول شماره ۱) پیشینه ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش

ردیف	عنوان منبع	نویسنده	سال	محل نشر	خلاصه محتوی
۱۱	Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey	Thien Huynh	2022	Cornell university Computer Science	همه تکنولوژی‌ها تا به امروز نامنسجم بوده‌اند اما متا یک جهان موازی به اشتراک گذاشته‌شده با تکنولوژی‌های زیادی است. هدف مقاله تأثیر هوش مصنوعی در متا کره اولین شهر مجازی در متا را ایجاد کرده تا معلولین در امنیت و آسایش به تفریح بپردازند. برنامه‌های کاربردی متا: ۱. سیستم سلامتی (مثلاً از طریق واقعیت مجازی برای آموزش دانشجویان و برنامه کنترل و سلامت با هوش مصنوعی) ۲. تجارت الکترونیک (فروشگاه مجازی) ۳. تولید صنعتی (ارتباط دستگاه و سیستم) ۴. منابع انسانی (میتینگ‌ها) ۵. شهر هوشمند (گردآوری اطلاعات، نیازمندی‌های شهری، سیستم حمل و نقل عمومی هوشمند، خانه‌های هوشمند و...) ۶. املاک (سرمایه‌گذاری زمین‌ها، املاک NFT، بازاریابی با نمایش املاک توسط واقعیت مجازی)
۱۲	INDUSTRIALAPPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION	Jennifer Whyte	2003	ITCON	این مقاله به بررسی کاربردهای صنعتی واقعیت مجازی در ساخت‌وساز ایالات متحده و انگلستان می‌پردازد. یک رویکرد مطالعه موردی چندگانه اتخاذ شده و یازده سازمان که کاربران اصلی این فناوری هستند مورد مطالعه قرار می‌گیرند. استراتژی‌ها و محرک‌های تجاری آن‌ها برای استفاده از واقعیت مجازی شناسایی شده و الگوهای نوظهور استفاده مورد بررسی قرار می‌گیرند.
۱۳	Virtual Reality and Virtual Reality System Components	Oluleke Bamodu	2013	International Conference On Systems	این مقاله مروری تلفیقی از واقعیت مجازی، ویژگی‌ها، انواع و سیستم‌های واقعیت مجازی و همچنین عناصر سخت‌افزار و نرم‌افزار سیستم واقعیت مجازی است که از اجزای ضروری سیستم واقعیت مجازی هستند.
۱۴	Virtual Reality	Steven M. LaValle	2019	Cambridge University	این کتاب به بررسی و تعریف واقعیت مجازی، نحوه عملکرد، سخت‌افزار و نرم‌افزار هدست‌ها، کاربرد واقعیت مجازی و ... به‌طور کامل پرداخته است.

مبانی نظری

• متاورس

اصطلاح "متاورس" که ترکیبی از کلمه "meta" به معنای فراتر) و کلمه "ورس" از کلمه "universe" است، به فضای واقعیت مجازی اشاره دارد که در آن کاربران می‌توانند با یک محیط تولیدشده توسط کامپیوتر و سایر کاربران در زمان واقعی تعامل داشته باشند. این‌یک فضای اشتراکی مجازی جمعی است (شکل شماره ۱) که با همگرایی واقعیت فیزیکی و مجازی، ازجمله واقعیت افزوده و واقعیت مجازی و همچنین سایر فناوری‌های فراگیر ایجاد می‌شود. این مفهوم اغلب با یک فضای مجازی پایدار، مشترک و سه‌بعدی مرتبط است که توسط کاربران از طریق اینترنت قابل‌دسترسی است (Duan et al., 2021). متاورس یک ایده کاملاً جدید نیست. این اصطلاح برای اولین بار در کتاب علمی تخیلی نیل استفنسون به نام «برخورد برف» در سال ۱۹۹۲ استفاده شد. در این کتاب، استفنسون «متاورس» را به‌عنوان یک محیط مجازی گسترده که در کنار دنیای واقعی وجود دارد و در آن افراد از طریق آواتارهای دیجیتالی ارتباط برقرار می‌کنند، تعریف کرد (Shakeri,2023).توسعه متاورس با پیشرفت تکنولوژی و رشد اینترنت شتاب بیشتری گرفت. در طول سال‌ها،

شکل ۱) فضای دیجیتال متاورس

پلتفرم‌های آنلاین مختلف، شبکه‌های اجتماعی و دنیای مجازی به تکامل مفهوم متاورس کمک کرده‌اند. پلتفرم‌هایی مانند Second Life که در سال ۲۰۰۳ راه‌اندازی شد به کاربران اجازه ایجاد و تعامل با دنیای مجازی را می‌داد که بر توسعه ایده فضای دیجیتالی مشترک و ایجادشده توسط کاربر تأثیر گذاشت(M. AL-GHAILI,2022) . در سال‌های اخیر، شرکت‌های بزرگ فناوری علاقه فزاینده‌ای به متاورس نشان داده‌اند. پس از تغییر نام فیس بوک به متاورس، مفهوم پیشنهادی سال ۱۹۹۲ که به‌عنوان «متاورس» شناخته می‌شد، محبوبیت گسترده‌ای پیدا کرد. متاورس که زمانی به‌عنوان یک جهان مجازی منفرد تصور می‌شد، در حال حاضر در حال تغییر به یک چند جهانی است که در آن جهان های مجازی جهان واقعی را پوشانده‌اند. ادغام یکپارچه بین فضاهای واقعی و مجازی، افراد و فعالیت‌ها وجود خواهد داشت (Tang,2022). دنیای فیزیکی و مجازی به دلیل گشودن مسیرهای جدیدی که توسط متاورز ممکن شده است بیشتر درهم‌تنیده می‌شوند (Gaafar, 2021).

متاورس چشم‌اندازی است که می‌تواند محیطی را ایجاد کند که در آن افراد می‌توانند جهان‌های واقعی و مجازی را ببینند. در این شرایط، زمانی که از برنامه‌های متاورس استفاده می‌کنند، به نظر می‌رسد هیچ هزینه حمل‌ونقلی وجود ندارد، و محدودیتی برای تعداد افراد، کاربران، بازیکنان، زبان‌آموزان یا کارآموزانی که می‌توانند شرکت کنند وجود ندارد. ازاین‌رو، و به دلیل چنین ویژگی، متاورس پژوهشگران مختلفی را از حوزه‌های مختلف جذب کرده است. برای اینکه یک شرکت‌کننده بتواند از متاورس استفاده کند، باید شرایط لازم را در نظر گرفت. در همین راستا، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، در دسترس بودن حسگرهای موردنیاز، عینک هوشمند،

هدست و چند مورد دیگر نمونه‌هایی از چنین شرایط و تنظیماتی هستند که متاورس به آن نیاز دارد(M. AL-GHAILI,2022).

برای برآوردن الزامات متاورس، این دنیای مجازی به ساختارهایی نیاز دارد. برای این منظور، یک طرح متاورس هفت لایه توسط جان رادوف در جدول شماره۲ توسعه داده شد. سطوح شامل زیرساخت، رابط انسانی، تمرکززدایی، محاسبات فضایی، اقتصاد خالق، کشف و تجربه است (Shakeri,2023).

متاورس یک دنیای سه بعدی مبتنی بر وب است که بر اساس واقعیت افزوده و واقعیت مجازی (واقعیت مجازی) ساخته شده است. و با استفاده از این تکنولوژی‌ها کاربران می‌توانند از هویت مجازی خود در قالب آواتارهای دیجیتالی به این محیط دیجیتال دسترسی داشته باشند و در مکان‌های متفرقه مختلف برای خرید، معاشرت یا ملاقات با دوستان دقیقاً شبیه دنیای واقعی پرسه بزنند. تنها تفاوت این است که ممکن است بدون ترک خانه از تجربیات غوطه‌ور لذت ببرند. به‌طور ساده، فعالیت‌هایی که قبلاً در مناطق جداشده در دنیای واقعی انجام می‌شوند، اکنون به‌صورت آنلاین، در روش‌های انجام می‌شوند (Udit Agarwal,2022). ما در اینجا خلاصه‌ای از پیشرفت‌های فنی اخیر را که اجازه ورود به محیط متاورس می‌دهد ارائه می‌دهیم .صنایع از فناوری‌های پیشرفته مانند بلاک چین، واقعیت افزوده ، واقعیت مجازی، بازسازی سه بعدی، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا (IoT) برای تأمین انرژی متاورس استفاده می‌کنند . این عناصر هسته اولیه متاورس هستند که بر آن‌ها تکیه کرد.

متاورس هنوز نیازمند کشف و درک خوب توسط محققان می‌باشد تا بتوانند آن را بهبود بخشند و به توسعه و بهبود آن کمک کنند.(Ji-Eun Yu,2022) و هنوز در این مسیر خلأ

جدول شماره ۲) طرح متاورس هفت لایه

ردیف	نام لایه	محتوای لایه
1	تجربه	شامل محتوای متاورس و فضای فیزیکی آن. کاربران با محتواهایی دیجیتالی نظیر بازی‌ها، خرید کردن، توکن‌های غیر مثلی، ورزش‌های الکترونیکی و تئاتر تعاملا دارند. در نتیجه متاورس دنیایی فرتر از نمایش ۳ بعدی را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد.
2	اکتشاف	سیستم ورودی دریافت اطلاعات و موتورهای جستجو، این لایه برای کمپانی‌های سرمایه گذاری بسیار حائز اهمیت است. دو موردی که در آن می‌توان از این لایه بهره برد عبارت‌اند از: درونگرا: محتواهای درون کمپانی، موتورهای جست و جو، اپ استور، حضور لحظه‌ای برونگرا: نوتیفیکیشن‌ها، ایمیل‌ها، تبلیغات نمایشی، شبکه‌های اجتماعی
۳	اقتصاد سازنده	اقتصاد سازنده به تکنولوژی اشاره دارد که تولید کنندگان از آن برای ساخت تجارب متاورسی نظیر ابزارها، پلتفرم‌های کاری و اپلیکیشن‌ها استفاده می‌کنند.
۴	محاسبات فضایی	محاسبات فضایی یک ترکیبی از واقعیت و مجازی است که مرز بین دنیای واقعی و خیالی را از بین خواهد برد. این محاسبات وارد یک حوزه تکنولوژی شده‌است که امکان ساخت و کاوش موقعیت‌های ۳ بعدی جایگزین را فراهم می‌کند.
۵	غیرمتمرکز بودن	متاورس به‌عنوان یک دنیای بدون نقص، باید به‌صورت غیرمتمرکز عمل کند و متعلق به هیچ سازمان واحدی نباشد. این اتفاق رشد را برای دنیای مجازی رقم می‌زند.
۶	رابط انسانی	این لایه شامل ابزارهایی برای حس لامسه نیز است. این ابزارها و تکنولوژی‌ها ارسال اطلاعات از طریق تماس بدون نیاز به حضور جسم را امکان‌پذیر کرده‌اند. توسط این تکنولوژی، ابزارهای الکترونیکی در فضا، بدون نیاز به وجود دکمه‌های فیزیکی، ساخته‌شده‌اند.
۷	زیرساخت	این لایه دارای تکنولوژی است که تمامی موارد موردنیاز برای رسیدن به یک واقعیت افزوده را در بر دارد. این موارد شامل شبکه‌های G۵ و G۶، زیرساخت‌های ابری، هوش مصنوعی، بلاکچین، هدست‌های واقعیت مجازی و واحدهای پردازش گرافیکی است.

وجود دارد. انگیزه این مقاله مروری جمع‌آوری و بررسی تعدادی از تحقیقات اخیر منتشرشده مرتبط با متاورس و موضوعات مرتبط با آن است تا پیشرفت‌های اخیر متاورس را نشان دهد.

آنچه برای تکامل متاورس و حرکت از مجموعه‌ای از جهان‌های مجازی مستقل به یک شبکه یکپارچه از جهان‌های مجازی سه‌بعدی (یعنی هدف نهایی متاورس)، لازم است به یک سری از فاکتورها وابسته است که در واقع پایه های این جهان موازی است که جدول شماره۳ بررسی شده است.

جدول شماره ۳) ویژگی های متاورس

ردیف	ویژگی	مفهوم ویژگی
۱	**واقع گرایی**	آیا فضـــای مجازی به اندازه کافی واقع بینانه اســت که کاربران را قادر می ســازد ازنظر روانی و عاطفی در قلمرو جایگزین غوطه‌ور شوند؟
۲	**فراگیر بودن**	آیا فضاهای مجازی که متاورس را تشکیل می‌دهند از روش‌های آسانی قابل‌دسترسی هستند؟
۳	**قابلیت همکاری**	آیا فضـــاهای مجازی از اســـتانداردهایی اســـتفاده می‌کنند که کاربران بتوانند یکپارچه حرکت کنند؟
۴	**مقیاس‌پذیری**	آیا معماری ســـرور قدرت کافی برای فعال کردن حجم عظیمی از کـاربران را ارائـه می‌دهند؟

- **ویژگی‌های متاورس: وضعیت فعلی و احتمالات آینده**

الف) واقع گرایی

اصطلاح رئالیسم را به معنای واقع‌گرایی غوطه‌ورانه در این زمینه توصیف می‌کنیم. همان‌طور که واقع‌گرایی در تصویرسازی رایانه‌ای سینمایی با باورپذیری آن در ارتباط است. واقع‌گرایی در متاورس در خدمت مشارکت روانی و عاطفی کاربر جستجو می‌شود. یک محیط مجازی بر اساس میزان انتقال کاربر به آن محیط و بر اساس شفافیت مرز بین اعمال فیزیکی کاربر و آواتار او واقعی‌تر تلقی می‌شود. به‌این‌ترتیب، رئالیسم دنیای مجازی صرفاً افزودنی نیست و ازنظر بصری، صرفاً عکاسی نیست: در بسیاری از موارد، انتخاب رندر استراتژیک می‌تواند بازده بهتری نسبت به افزودن پیکسل‌ها در سراسر صفحه داشته باشند. آنچه در تمام دیدگاه‌های رئالیسم ثابت است، ابزاری است که از طریق آن انسان‌ها با محیط، یعنی حواس و بدنشان، به‌ویژه از طریق صورت و دست‌هایشان، تعامل دارند. (Glencross,2006) با این حال، یکی از عوامل محدود کننده ، نیاز به عینک مخصوص برای ورود به این جهان است. اگرچه کاربرد عینک‌ها به تدریج کمتر شده‌اند و ممکن است در نهایت به طور کامل غیرضروری شوند، اما همچنان نوعی از محدودیت را نشان می‌دهند(Wachs et al,2011).

حس‌های درگیر در ایجاد این فاکتور بصری، شنوایی، لامسه و محرک‌هایی مانند چشایی، بویایی و حرکتی می‌باشد که برای ایجاد حس واقعی بودن فضا برای مخاطب باید این حس‌ها را در تجربه محیط درگیر کرد و تکنولوژی‌هایی مانند عینک‌های واقعیت مجازی با سیستم‌های ۳بعدی پیشرفته و حسگرهای تشخیص حرکت تلاشی برای حرکت در این مسیر هستند. (Chun et al 2007).

ب) فراگیر بودن

مفهوم فراگیر بودن در جهان های مجازی مستقیماً از این معیار اصلی ناشی می‌شود که یک متاورس کاملاً تحقق‌یافته باید محیطی را برای فرهنگ و تعامل انسانی فراهم کند که مانند دنیای فیزیکی، ازنظر روانی برای کاربر قانع‌کننده باشد. دنیای واقعی از چند جهت در همه‌جا حضور دارد.

- به معنای واقعی کلمه همه‌جا حاضر است - ما به طور اجتناب‌ناپذیری در آن ساکن می‌شویم، در اطراف آن حرکت می‌کنیم، و همیشه و در همه موقعیت‌ها با آن تعامل داریم.
- حضور ما در دنیای واقعی همه‌جا آشکار است - یعنی هویت و شخصیت ما، در شرایط عادی، به طور جهانی قابل‌تشخیص هستند، عمدتاً از طریق تجسم فیزیکی ما (چهره، بدن، صدا، اثرانگشت، شبکیه چشم) و با شناسنامه‌های جهانی تقویت می‌شوند. (Turkle,2007).

برای خدمت به‌عنوان یک مکان جایگزین غنی برای فعالیت‌ها و تعاملات انسانی، جهان های مجازی باید برخی از آنالوگ‌های این دو جنبه از حضور در دنیای واقعی را پشتیبانی کنند. اگر دنیای مجازی تا حدی حضور و در دسترس بودن ثابت خود را حفظ نکند، آنگاه احساس دورافتادگی را ایجاد می‌کند و

بنابراین به اندازه دنیای فیزیکی «واقعی» نمی‌شود. اگر موانع مصنوعی، یا ناراحتی‌های نا به‌جا در شناسایی خود و اطلاعاتی که ایجاد می‌کنیم یا استفاده می‌کنیم در داخل یا در سراسر جهان‌های مجازی وجود داشته باشد، این احساس ما از خود را از این دنیاها دور می‌کند .بنابراین این بخش بین این دو جنبه تقسیم می‌شود: در دسترس بودن و دسترسی از همه‌جا، شخصیت و هویت آشکار.

به‌منظور ارائه واقعی یک شخصیت فراگیر در محیط‌های مجازی، فرد باید بتواند به طور یکپارچه و شفاف از مرزهای مجازی عبور کند و درعین‌حال به دارایی‌های اطلاعاتی موجود که ازنظر قانونی در دسترس است متصل بماند. راه‌حل این نیاز ممکن است نه‌تنها شامل اجماع صنعت، بلکه برخی نوآوری‌های فنی باشد که می‌تواند این سیستم‌ها را به هم متصل کند و دارایی‌ها را به طور ایمن برای انتقال ذخیره کند، درحالی‌که مستقل از هر تأثیر مرکزی واحدی باقی بماند.

پ) قابلیت همکاری

ازنظر عملکرد به تنهایی، قابلیت همکاری در زمینه دنیای مجازی تفاوت کمی با مفهوم کلی قابلیت همکاری دارد: یعنی توانایی سیستم‌ها یا پلتفرم‌های مجزا برای تبادل اطلاعات یا تعامل با یکدیگر به طور یکپارچه باشد. قابلیت همکاری همچنین مستلزم نوعی از توافق یا قرارداد است که پس از رسمی شدن به استاندارد تبدیل می‌شود. قابلیت همکاری ممکن است صرفاً به‌عنوان فناوری توانمند موردنیاز در همه‌جا مشاهده شود ولی این قابلیت یکی از ویژگی‌های کلیدی جهان‌های مجازی است. برقراری ارتباط شفاف با یکدیگر، تنها زمانی پدیدار می‌شود که استانداردهای متناظر نیز به جهان‌های مجازی ناهمگون اجازه دهند تا اشیا، رفتارها و آواتارها را به طور یکپارچه مبادله یا انتقال دهند. این رفتار مطلوب مشابه سفر و حمل و نقل در دنیای واقعی است. همان‌طور که بدن مابین مکان‌های فیزیکی حرکت می‌کند، هویت ما به طور یکپارچه از نقطه‌ای به نقطه دیگر بدون وقفه منتقل می‌شود. دارایی‌های ما را می‌توان از جایی به مکان دیگر فرستاد. بنابراین، سفر در دنیای واقعی تداومی دارد که در آن ما و چیزهایمان در حمل و نقل تا حد زیادی دست‌نخورده باقی می‌مانند.

ما این تداوم را در دنیای واقعی بدیهی می‌دانیم، جایی که در واقع امری طبیعی است. با این حال، در دنیای مجازی، این تأثیر بسیار کم بوده و یا کاملاً وجود ندارد. اهمیت داشتن یک متاورس منفرد مستقیماً به نقطه‌ای مرتبط است که جهان های مجازی محیطی را برای تعامل اجتماعی-فرهنگی انسانی ارائه می‌دهند که مانند دنیای فیزیکی، ازنظر روانی غنی و قانع‌کننده است.(John D. N. Dionisio,2013)

چنین ادغامی بلافاصله همه پیاده‌سازی‌های دنیای مجازی سازگار را، بدون توجه به اصل و نسب، به بخشی از یک کل بزرگ تبدیل می‌کند. با قابلیت همکاری، به‌ویژه از طریق آواتار ثابت ، کاربران در نهایت می‌توانند بدون ایجاد اختلال در اعتبار ورود به سیستم یا از دست دادن زنجیره دارایی‌های دیجیتالی متقاطع، به هر محیطی دسترسی کامل داشته باشند.

ت) مقیاس‌پذیری

همانند ویژگی‌هایی که در بخش‌های قبل موردبحث قرار گرفت، جهان‌های مجازی نگرانی‌هایی در مقیاس‌پذیری دارند که مشابه مواردی است که در سیستم‌ها و فناوری‌های دیگر وجود دارد، درحالی‌که از منظر دنیای مجازی نیز دارای برخی مسائل متمایز و منحصربه‌فرد است. بر اساس معیار اصلی، متاورس باید محیطی را برای فرهنگ و تعامل انسانی فراهم کند، بنابراین مقیاس‌پذیری ممکن است چالش‌برانگیزترین ویژگی دنیای مجازی باشد، زیرا جهان فیزیکی دارای مقیاس‌های بسیار زیاد و بالقوه بی‌نهایت در سطوح مختلف است. ابعاد سه بعد مقیاس‌پذیری دنیای مجازی بدین‌صورت می‌باشند. (Liu et al. 2010).

- روی کاربران/آواتارهای فعلی: تعداد کاربرانی که در یک‌لحظه با یکدیگر تعامل دارند.
- پیچیدگی صحنه: تعداد اشیاء در یک محل خاص و سطح جزئیات یا پیچیدگی آن‌ها ازنظر رفتار و ظاهر.
- تعامل کاربر/آواتار: نوع، دامنه و دامنه تعاملاتی که در میان کاربران هم‌زمان ممکن است (به‌عنوان‌مثال، مکالمات

صمیمی در یک فضای کوچک در مقابل فعالیت‌های در مقیاس جمعیتی.

از بسیاری جهات، مسئله مقیاس‌پذیری دنیای مجازی به‌موازات مسئله ارائه گرافیکی کامپیوتری است: آنچه در دنیای واقعی می‌بینیم، نتیجه به‌روزرسانی مداوم انبوهی از برهمکنش‌های بین فوتون‌ها و موادی است که توسط قوانین فیزیک کنترل می‌شوند چیزی که رایانه‌ها می‌توانند انجام دهند تقریبی است و هرگز به طور مطلق تکرار نمی‌شود. دنیای مجازی ابعاد بیشتری به این تعاملات می‌بخشد و عامل اجتماعی انسانی نقش کلیدی ایفا می‌کند .بنابراین جای تعجب نیست که اکثر مشکلات علمی فهرست شده بر محدودیت‌های نظری برای مدل‌سازی و محاسبات دنیای مجازی تمرکز دارند. زیرا در نهایت، دنیای مجازی تلاشی برای شبیه‌سازی دنیای واقعی در آن است در کل، از آرایش فیزیکی آن گرفته تا فعالیت‌های ساکنان آن.

- **واقعیت مجازی**

واقعیت مجازی را می‌توان شبیه‌سازی طبیعت با استفاده از رایانه و لوازم جانبی آن در ایجاد یک محیط حسی یا بصری سه‌بعدی تعریف کرد که کاربر در محیط سه‌بعدی زندگی می‌کند و با اشیا به‌گونه‌ای برخورد می‌کند که گویی اشیا واقعی روی زمین هستند(QubadSabah,2022) .

اصطلاح واقعیت مجازی برای اولین بار در حوزه علمی تخیلی ظاهر شد، زیرا نویسنده آمریکایی ویلیام گیبسون در سال ۱۹۸۴ در رمانی به نام Neuromancer برای توصیف رابطه بین انسان و درک او از فضا که از اطلاعات یا ماتریس انتزاعی تشکیل‌شده است استفاده کرد. واقعیت مجازی را می‌توان به‌عنوان یک محیط کامپیوتری تعاملی چندمنظوره تعریف کرد که در آن یادگیرنده با محتوا تعامل بیشتری دارد و از طریق آزادی پیمایش و تعامل فعالانه شرکت می‌کند. این محیط‌ها گسترش تجربیات زندگی واقعی را فراهم می‌کنند، درحالی‌که درجات مختلفی از مدیریت و انجام‌وظیفه را فراهم می‌کنند (M.E. Portman،۲۰۱۹).

در سال ۲۰۱۴، حرکت‌های قابل‌توجهی از غول‌های فناوری جهان به سمت هدست های واقعیت مجازی صورت گرفت. در ماه مارس، فیس‌بوک ۲ میلیارد دلار برای خرید Oculusواقعیت مجازی پرداخت، استارت‌آپ فناوری هدست واقعیت مجازی Oculus Rift در کمپین Kickstarter به موفقیت چشمگیری دست یافت. در همان ماه در طی کنفرانس توسعه‌دهندگان بازی (GDC2014)، سونی نمونه اولیه هدست واقعیت مجازی را برای پلی‌استیشن ۴ با نام «Project Morpheus» معرفی کرد (پس‌ازآن به PlayStationواقعیت مجازی تغییر نام داد). سه ماه بعد در ژوئن در کنفرانس توسعه‌دهندگان Google I/O برای دستگاه‌های اندرویدی، گوگل Google Cardboard را معرفی کرد، هدست ارزان قیمت DIY واقعیت مجازی با استفاده از گوشی هوشمند اندرویدی به‌عنوان پردازنده و نمایشگر. سپس در ماه سپتامبر در کنفرانس فناوری IFA، سامسونگ نسخه Innovator Gearواقعیت مجازی Samsung را معرفی کرد.

(Thitirat Siriborvornratanakul,2016)

واقعیت مجازی استفاده از فناوری کامپیوتر در تولید یک دنیای سه بعدی و ایجاد حس درون نگری و تعامل از طریق چندین ویژگی است که می‌توان آن‌ها را به شرح زیر خلاصه کرد:(Novel,2010)

- دنیای سه بعدی:
- حضور: به معنای وجود کاربر به‌عنوان بخشی از سیستم واقعیت مجازی است که به او احساس حضور در مکان واقعی را می‌دهد.
- ناوبری: فرصتی را برای کاربر فراهم می‌کند تا در محیط مجازی بدون جابجایی از محل خود حرکت کند.
- مقیاس: امکان تغییر مقیاس محیط مجازی و تغییر اندازه نسبی کاربر را متناسب با دنیای مجازی می‌دهد.
- تعامل: یعنی دادن قابلیت تعامل و برخورد با محیط مجازی و آزادی حرکت و ناوبری به کاربر.

- **ارتباط متاورس و واقعیت مجازی**

همگرایی متاورس و واقعیت مجازی نشان‌دهنده یک رابطه هم‌افزایی است که تجربه کلی دیجیتال را برای کاربران افزایش می‌دهد. واقعیت مجازی به‌عنوان یک نقطه دسترسی اولیه به متاورس عمل می‌کند و محیط‌های همه‌جانبه‌ای را در اختیار

کاربران قرار می‌دهد که فراتر از صفحه‌نمایش‌های دوبعدی سنتی هستند. فناوری واقعیت مجازی با ایجاد تجربه‌ای فراگیرتر و واقعی‌تر، حس حضور در متاورس را افزایش می‌دهد. کاربران می‌توانند در فضاهای مجازی پیمایش کنند، با اشیا تعامل داشته باشند و با سایر کاربران به‌گونه‌ای درگیر شوند که گویی به‌صورت فیزیکی حضور دارند. کاربران با استفاده از آواتارهای شخصی‌سازی‌شده در متاورس حضور پیدا می‌کنند. این آواتارها می‌توانند حرکات و عبارات کاربران را در زمان واقعی منعکس کنند و جنبه‌های اجتماعی و تعاملی تجربه دیجیتال را تقویت کنند. هدست های مجازی ارتباط در محیط متا را از طریق صدا، ژست‌ها و حتی حالات چهره تسهیل می‌کند. کاربران می‌توانند در جلسات مجازی شرکت کنند، اجتماعی شوند و به‌گونه‌ای همکاری کنند که گویی در همان فضای فیزیکی هستند.کاربران از مکان‌های مختلف می‌توانند روی پروژه‌ها در یک فضای مجازی مشترک کار کنند. این به‌ویژه برای تیم‌های راه دور و نیروهای کار توزیع‌شده ارزشمند است و حضور فیزیکی در مکان‌ها را عملاً غیر ملزوم می‌سازد. کاربران می‌توانند فیلم‌ها را تماشا کنند، در کنسرت‌ها شرکت کنند، یا موزه‌های مجازی را به شیوه‌ای فراگیرتر و تعاملی‌تر کشف کنند.

هدف همگرایی واقعیت مجازی و متاورس انتقال یکپارچه بین فضاها و پلتفرم‌های مجازی مختلف است. کاربران می‌توانند بین تجربیات واقعیت مجازی و سایر اشکال تعامل دیجیتال بدون از دست دادن تداوم جابجا شوند.واقعیت مجازی به کاربران این امکان را می‌دهد که حس عاملیت بیشتری در محیط متا داشته باشند. کاربران می‌توانند محیط‌های دیجیتال را به شیوه‌ای عملی‌تر و شهودی‌تر کاوش کنند، ایجاد کنند و با آن‌ها تعامل داشته باشند و به تجربه کاربر محورتر کمک کنند.

به طور خلاصه، همگرایی متاورس و واقعیت مجازی جنبه‌های همه‌جانبه و تعاملی تجربه دیجیتال را تقویت می‌کند. همان‌طور که این فناوری‌ها به تکامل خود ادامه می‌دهند، کاربران می‌توانند انتظار تعاملات مجازی یکپارچه‌تر، واقعی‌تر و جذاب‌تر را در فضای دیجیتالی جامع متاورس داشته باشند.

زیرساختی که از ادغام متاورس-واقعیت مجازی پشتیبانی می‌کند باید مقیاس‌پذیر باشد تا تعداد زیادی از کاربران هم‌زمان را در خود جای دهد، به‌ویژه در فضاهای مجازی و رویدادهای مشترک. حصول اطمینان از برآورده شدن این الزامات اتصال، به تجربه‌ای فراگیرتر، پاسخگوتر و کاربر پسندتر کمک می‌کند زیرا متاورس و واقعیت مجازی همچنان به تکامل و یکپارچه شدن ادامه می‌دهند. با پیشرفت تکنولوژی، پرداختن به این جنبه‌ها برای باز کردن پتانسیل کامل این همگرایی بسیار مهم خواهد بود.

- **کاربردهای متاورس در صنایع مختلف**

گسترش متاورس فراتر از بازی‌ها و تعاملات اجتماعی شامل کاوش و ادغام صنایع و برنامه‌های کاربردی مختلف برای ایجاد فضای دیجیتال متنوع‌تر و همه‌کاره‌تر است و می‌تواند کاربردهای متفاوتی برحسب نیازهای متفاوت داشته باشد به طور مثال می‌توان برای ایجاد کلاس‌های مجازی همه‌جانبه استفاده کرد که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد در کلاس‌ها شرکت کنند، در پروژه‌ها همکاری کنند و در فعالیت‌های آموزشی در یک محیط مجازی شرکت کنند.و یا برای شبیه‌سازی‌های آموزش کارکنان استفاده کنند و سناریوهای واقعی را برای یادگیری عملی در فضای مجازی ارائه دهند.شرکت‌ها می‌توانند دفاتر مجازی را در متاورس ایجاد کنند و تیم‌های راه دور را قادر می‌سازند در یک فضای دیجیتال مشترک با یکدیگر همکاری کنند. این می‌تواند شامل اتاق جلسات مجازی، فضاهای کاری مشترک و ابزارهای همکاری پروژه باشد. این فضا پتانسیل میزبانی کنفرانس‌های مجازی، نمایشگاه‌های تجاری و رویدادها را ارائه می‌دهد و تجربه‌ای همه‌جانبه و تعاملی را برای شرکت‌کنندگان از سراسر جهان فراهم می‌کند(SANG-MIN PARK,2021) .

صنعت املاک و مستغلات از کاربردهای دیگر متا می‌باشد که برای تورهای دارایی مجازی استفاده می‌شود و به کاربران این امکان را می‌دهد تا خانه‌ها و املاک را به روشی واقع بینانه و همه‌جانبه کشف کنند. معماران و برنامه ریزان شهری می‌توانند از متا برای طراحی و تجسم مشترک فضاهای شهری و پروژه‌های معماری استفاده کنند.

خرده‌فروشان می‌توانند ویترین‌های مجازی و تجربه خرید را در متاورس ایجاد کنند و به کاربران این امکان را می‌دهند که محصولات را در یک محیط مجازی جستجو و خریداری کنند. برندها می‌توانند میزبان کمپین‌های بازاریابی فراگیر و عرضه محصولات در متاورس باشند و مشتریان را بهروش‌های منحصربه‌فرد و تعاملی درگیر کنند. نوازندگان و هنرمندان می‌توانند میزبان کنسرت‌ها و اجراهای مجازی در متاورس باشند و در فضای دیجیتال به مخاطبان جهانی دسترسی پیدا کنند.

هنرمندان می‌توانند آثار خود را در گالری‌های هنری مجازی به نمایش بگذارند و به کاربران این امکان را می‌دهند تا هنر را در فضای دیجیتال کاوش کنند و با آن تعامل داشته باشند.متا می‌تواند پروژه‌های هنری مشترک را تسهیل کند، جایی که سازندگان از مکان‌های مختلف در یک بوم مجازی مشترک مشارکت می‌کنند(M. AL-GHAILI,2022) .

کاربر در متا می‌تواند تجربه‌های گردشگری مجازی را فراهم کند، و به کاربران اجازه می‌دهد تا نقاط دیدنی، مکان‌های تاریخی، و مقاصد فرهنگی را در یک محیط مجازی واقعی کاوش کنند.از موزه‌ها و مؤسسات فرهنگی بازدید کرده و نمایشگاه‌ها و تجربیات مجازی برای نمایش هنر، تاریخ و میراث فرهنگی ایجاد کنند .سازمان‌های دولتی می‌توانند جلسات تالار شهر مجازی و مشارکت‌های مدنی را در متاورس میزبانی کنند تا مشارکت عمومی را افزایش دهند.

• کاربردهای واقعیت مجازی

فن‌آوری واقعیت مجازی در تجسم معماری و طراحی، آموزش ایمنی و بهداشت ساختمان، آموزش تجهیزات و وظایف عملیاتی، و تحلیل سازه‌ای که توسط وانگ و همکاران (۲۰۱۸) مورد مطالعه قرارگرفته‌اند، استفاده‌شده‌اند. علاوه بر این، ژانگ و ا. (۲۰۱۸) برنامه‌های کاربردی واقعیت مجازی را تجزیه‌وتحلیل کرده و آن‌ها را به چهار دسته، دسته‌بندی کرد، ازجمله:

- تجسم معماری و آموزش در طراحی
- آموزش تحلیل ساختاری
- آموزش ایمنی ساختمان
- تجهیزات و آموزش برای وظایف عملیاتی

علاوه بر این دسته‌بندی اصلی واقعیت مجازی کاربردهای بسیار زیادی دارد که می‌توان در پشتیبانی طراحی ، بهینه‌سازی توپولوژی، بررسی طراحی، نظارت بر رعایت استانداردها و کدها، شبیه‌سازی عملکرد ساختمان و تجزیه‌وتحلیل مهندسی، برنامه‌ریزی ساخت‌وساز، طراحی چیدمان سایت، تجزیه‌وتحلیل دیجیتال، پشتیبانی از عملیات و مدیریت و آموزش از آن استفاده کرد. (Hala Sirror,2021)

• طراحی معماری در متاورس

متاورس به بخشی فراگیر از اینترنت آینده تبدیل خواهد شد و در نتیجه به عرصه‌ای کلیدی تبدیل خواهد شد که زندگی جامعه در آن گسترش می‌یابد. به‌عنوان دنیای مجازی سه بعدی و همه‌جانبه، متاورس به‌جای طراحان گرافیک توسط معماران طراحی خواهد شد. فرآیند زندگی جامعه یک فرآیند تعاملی است که از طریق گونه شناسی غنی از موقعیت‌های ارتباطی نظم می‌یابد. این محیط طراحی‌شده اعم از فیزیکی و دیجیتالی است که این موقعیت‌های متمایز را به‌صورت فضایی توزیع می‌کند، قاب می‌کند، ثابت می‌کند و هماهنگ می‌کند. متاورس مجموعه‌ای از محیط‌های مجازی است که در آن شکل جدیدی از ارتباط از طریق آواتارهای شخصی می‌تواند در شبکه‌های رایانه‌ای جهانی مانند شبکه جهانی وب رخ دهد. فضاهای متاورس مدل‌های دیجیتالی سه بعدی یا چهاربعدی هستند که باقابلیت‌های تعاملی تقویت‌شده‌اند. آن‌ها از دستگاه‌هایی مانند رایانه‌های شخصی، لپ‌تاپ‌ها، برنامه‌های تلفن همراه، تلویزیون‌های هوشمند و هدست‌های واقعیت مجازی و همچنین - در آینده نزدیک - از فضاهای معماری که به‌عنوان رابط از طریق صفحه‌نمایش پانوراما یا پیش‌بینی هولوگرافیک تبدیل می‌شوند، قابل دسترسی هستند. متاورژن به سرعت ساخته می‌شود. اما چه کسی آن را طراحی می‌کند؟ چه کسی باید آن را طراحی کند؟ نکته اینجاست که طراحی متاورس در حیطه وظایف و صلاحیت اصلی رشته معماری قرار می‌گیرد(Patrik Schumacher,2022) .

طراحی معماری برای فضای سایبری از همان مقدماتی پیروی می‌کند که به‌طورکلی طراحی معماری را هدایت می‌کند.

گسترش حوزه معماری در دنیای دیجیتال، یعنی ایجاد نظم فضایی-بصری و تعامل ارتباطی که از طریق محرک‌های طراحی و زیرشاخه‌های فضا شناسی، پدیده‌شناسی، و نشانه‌شناسی به وجود می‌آید. در زمینه طراحی فضاهای مجازی، منطقی است که وظیفه معمار را به‌عنوان طراحی UI/UX تفسیر کنیم.

این مفهوم از طراحی را می‌توان در تمام رشته‌های طراحی، ازجمله طراحی معماری در نمونه فیزیکی آن، تعمیم داد. معماری شامل سازمان‌دهی (فضایی شناسی)، بیان (پدیدارشناسی)، معنا سازی (نیمه شناسی) و طراحی تعاملی (دراماتورژی) است. در قلمرو طراحی محیط مجازی، میل به معماری ارتباطی تطبیقی، جنبشی و فعالانه است. از این نظر، دراماتورژی در متاورس بسیار بیشتر از گذشته در زمینه معماری پیش‌زمینه خواهد شد. (Schumacher, 2010)

طراحی بر اساس چارچوب‌بندی فضایی-بصری، ارتباطی باید از چهار حوزه تخصصی متمایز اما مرتبط با وظایف به شرح زیر باشد:

- فضای شناسی: سازمانی که تنظیمات پیچیده‌ای را ارائه می‌دهد.
- پدیدارشناسی: بیانی که قابلیت ادراکی را ارائه می‌دهد.
- نشانه‌شناسی: معنایی که دارای اطلاعات غنی است
- دراماتورژی: فضایی که سرشار از تعامل است.

این چهار حوزه دستور کار طراحی هر پروژه معماری را تعریف می‌کنند و با هم ساختار روش‌شناختی پروژه و فرآیند طراحی را برای محیط‌های فیزیکی و مجازی تشکیل می‌دهند.

این چهار وظیفه را می‌توان به شرح زیر بیشتر تعریف و مشخص کرد:

«فضا شناسی» به سازمان‌دهی فضایی می‌پردازد و مقدمات هندسی را ترسیم می‌کند، صحنه را برای سه دستور کار دیگر یعنی پدیدارشناسی، نشانه‌شناسی و دراماتورژی تنظیم می‌کند. فضا شناسی توزیع مکان‌ها در فضا را با توجه به فاصله‌ها، مجاورت‌ها و ارتباطات هدایت می‌کند. این بعد وظیفه انتخاب استراتژی‌های سازمان فضایی مانند ترتیب محوری، شبکه‌ها، انباشته کردن، تودرتو، همپوشانی و غیره است. یک تخصص فضایی گسترده ممکن است از منابع مفهومی و محاسباتی ارائه‌شده توسط ریاضیات استفاده کند. همان‌طور که در این مقاله فهمیده می‌شود، به بیان مورفولوژیکی می‌پردازد و به مشکل قابلیت ادراکی صحنه‌های پیچیده فضایی/اجتماعی می‌پردازد، یعنی وظیفه حفظ خوانایی در مواجهه با پیچیدگی. روانشناسی ادراک به‌طورکلی، و زیرمجموعه شناخت فضایی به طور خاص، منبع کلیدی را با توجه به این بعد وظیفه فراهم می‌کند.

«نشانه‌شناسی» معنای فضاها و طرح‌ها با تعاملات اجتماعی آن‌ها باید مطابقت داشته باشد، یعنی فضا معنای استفاده اجتماعی داشته باشد (Schumacher, 2012). پروژه نشانه‌شناختی وظیفه افزایش غنای اطلاعات محیط ساخته شده را از طریق ایجاد یک زبان فضایی-بصری تعیین می‌کند. زبان‌شناسی به‌عنوان مفهومی برای الهام‌گیری عمل می‌کند.

«دراماتورژی» به الگوها و پتانسیل‌های تعامل مربوط می‌شود. در زمینه معماری، و در زمینه طراحی برای متاورس، که به‌عنوان یک وب جهانی فراگیر فضایی درک می‌شود، دراماتورژی ارتباط نزدیکی با آنچه در طراحی وب تحت عنوان طراحی تعامل دنبال می‌شود، دارد. دراماتورژی متضمن کنش ذهنی محیطی در بعد زمانی است، یعنی طراحی یک محیط ساخته شده، فیزیکی یا مجازی، که هم به طور مستقیم به تعامل با کاربر پاسخ می‌دهد و هم به طور خودبه‌خود کاربران را درگیر می‌کند (Schumacher, 2012).

فضای شناسی، پدیدارشناسی، نشانه‌شناسی و دراماتورژی جنبه‌های مرکزی حوزه وظیفه معماری را شناسایی و تعریف می‌کند. این جنبه‌های یادگیری معماری به چالش‌های کلیدی معماری معاصر با توجه به نیاز آن به تطبیق منابع هوشمندی و طراحی خود با تراکم، پیچیدگی و پویایی زندگی اجتماعی قرن بیست و یکم پاسخ می‌دهند.

- **پروژه لیبرلند زاها حدید**

Liberland یکی از چندین پروژه متاورس است که زاها حدید در آن مشارکت دارد. (شکل شماره ۲)

از میان این پروژه‌ها، Liberland بیشتر توسعه‌یافته است و بنابراین می‌تواند به بهترین شکل به‌عنوان مثال و مناسبتی

شکل شماره ۲) پروژه لیبرلند در متاورس

برای بحث در مورد محورهای کلی ایده‌ها باشد.

این پروژه به مرحله طراحی مفهومی شاخص به‌علاوه یک فضای مجازی با «اثبات مفهوم» قابل سکونت رسیده است، که ۲۴ ساعت هفته باز است تا مهمانان دعوت شده مانند سرمایه‌گذاران بالقوه آن را تجربه کنند. فرم اولیه به مناسبت هفتمین سالگرد تأسیس لیبرلند برای ۱۰۰ مهمان با پخش مستقیم کنفرانس هم‌زمان لیبرلند در فضای اولیه متاورس برگزار شد. هشت منطقه صوتی دیگر، مجهز به صفحه‌های ویدئویی و امکانات اشتراک‌گذاری صفحه، در ساختمان انکوباتور مجازی توزیع شده‌اند که امکان برگزاری گردهمایی‌های موضوعی مختلف را در طول این رویداد پنج ساعته فراهم می‌کردند.

این پروژه یک همکاری کارآفرینی ونچر) از چهار سازمان است: مشتری (لیبرلند) زاها حدید (طراحی) متاورس (تکنولوژی) و ArchAgenda (مدیریت). لیبرلند خود یک شرکت سیاسی است که قصد دارد یک کشور کوچک آزادیخواه را در یک قطعه زمین کوچک، خالی از سکنه و مورد مناقشه هفت کیلومتر مربعی در دان اوبه، بین کرواسی و صربستان، ایجاد کند. انگیزه اصلی پشت لیبرلند - هم با جاه طلبی های فیزیکی و هم مجازی‌اش - این درک است که پتانسیل‌های شکوفایی تمدن تکنولوژیکی توانمند محاسباتی ما فلج شده و به دلیل فقدان فراگیر آزادی کارآفرینی، آزادی ای که نیاز به بازیابی یا بازیابی دارد، تلف‌شده است و نوآوری آن‌طور که باید آزادانه نیست. انفجار خلاقیت کارآفرینی و فناوری در اکوسیستم متاورس نشان می‌دهد که اگر درجات آزادی که هنوز در آنجا وجود دارد تعمیم یابد، چه چیزی ممکن است. انقلابی کردن جوامع بالغ خیلی طول می‌کشد. ما اکنون آزادی بیشتری می‌خواهیم و به آن نیاز داریم، و این تنها با شروع تازه با ائتلافی از علاقه‌مندان و بدون تجاوز به منافع فعلی می‌تواند محقق شود. یک متاورس رمزنگاری به‌خودی‌خود و به‌عنوان پیش‌بینی از یک جامعه خلاقانه با هم‌مکانی، راهی مناسب برای این دیدگاه است. لیبرلند در محافل رمزنگاری به‌خوبی شناخته‌شده است. و توسط بیش از ۶۰۰۰۰۰ شهروند بالقوه دنبال می‌شوند. این به متاورلند لیبرلند برای دستیابی به جاه‌طلبی‌هایش، یعنی تبدیل‌شدن به یک سایت کلیدی، سرآغازی می‌دهد. درحالی‌که Liberland متاورس قرار است پیشروی توسعه لیبرلند به‌عنوان یک کشور کوچک آزادی‌خواه باشد، همچنین به‌عنوان یک قلمرو واقعیت مجازی مستقل عمل خواهد کرد که هدف آن تبدیل‌شدن به سایتی برای شبکه‌سازی و همکاری در صنعت باشد. یعنی متاورس برای توسعه‌دهندگان متاورس و به‌طورکلی اکوسیستم کریپتو جامعه‌ای آزادیخواه باشد که درک کنند فرصت بالقوه شکوفایی زمان ما، نیاز به انقلابی در آزادی کارآفرینی دارد و جامعه توسعه‌دهندگان وب باقدرت بلاک چین می‌توانند باعث این پیشرفت خلاقانه شوند. Liberland متاورس از متاورزهایی مانند "Decentraland" و "Somnium Space" و از محیط‌های اجتماعی واقعیت مجازی مانند واقعیت مجازی Cchat الهام می‌گیرد. لیبرلند از طریق آواتارها قابل سکونت است و امکان مالکیت زمین مجازی، ساخت‌وساز مجازی و تراکنش‌های اقتصادی (بیشتر با واسطه رمزنگاری) را فراهم می‌کند.(Patrik Schumacher,2022)

- **کاربرد واقعیت مجازی در معماری**

یکی از راه‌های اتصال به کامپیوتر از طریق واقعیت مجازی است که در حال تغییر و تحول است. به نظر می‌رسد که این تکنولوژی جدید یکی از راه‌های جدید و اساساً تجدیدنظر طلبانه است. واقعیت مجازی (واقعیت مجازی) برای تقویت تخیل و به‌عنوان منبعی برای رسیدگی به مشکلات پیچیده تکنولوژیکی که در واقع در زمینه معماری رخ می‌دهد استفاده می‌شود. بنابراین، این مقاله بحثی را در مورد نقش واقعیت

مجازی در حوزه معماری ارائه می‌کند. این مقاله بر این تمرکز دارد که چگونه واقعیت مجازی می‌تواند به تکامل معماری کمک کند. امروزه مشاهده می‌شود که واقعیت مجازی بیشتر مورد توجه معمار و کارفرما قرار گرفته است. علاوه بر این، مشخص شده که واقعیت مجازی دقت و ادراک را در طراحی معماری بهبود می‌بخشد. در طول توسعه فناوری معماری، طراحی به کمک کامپیوتر (CAD) و واقعیت مجازی به‌عنوان رسانه اصلی تجسم معماری معرفی‌شده‌اند. ازاین‌رو، نتیجه‌گیری می‌شود که واقعیت مجازی نقش مهمی در زمینه معماری و طراحی ساختمان دارد.(Esra'a Ashgan,2022) در معماری، واقعیت مجازی به پیشرفت برنامه های مختلف کمک می‌کند. سازندگان می‌توانند خود را تصور کنند و به‌صورت دیجیتالی در محیط‌های سه بعدی غوطه‌ور شوند، به‌این‌ترتیب می‌توانند حرکات بدن را با چشم شهودی همراه بسازند. در این عصر دیجیتال، واقعیت مجازی روز به روز محبوب‌تر و رایج‌تر در یادگیری و توسعه معماری می‌شود. واقعیت مجازی در فضای مجازی و معماری در حال گسترش به حوزه‌های مختلف ازجمله اجرای معماری دیجیتال در طراحی شهری است.(Esra'a Ashgan,2022) بنابراین، این مقاله بحثی را در مورد نقش واقعیت مجازی در حوزه معماری ارائه می‌کند.

• واقعیت مجازی در آموزش معماری

واقعیت مجازی به یک ابزار بصری ارزشمند برای یادگیری و آموزش معماری تبدیل‌شده است و اکنون در روند مطالعه رشد سریعی دارد. مدل‌های واقعیت مجازی) واقعیت مجازی (در آموزش عالی برای ارائه تجربیات غیرقابل دسترس از زندگی واقعی به یادگیرندگان استفاده شده است (Samarasinghe et al., 2019) استفاده از واقعیت مجازی برای طراحان معماری به آن‌ها اجازه می‌دهد تا کیفیت فضایی طرح‌های خود را فوراً درک کنند. با راه رفتن قادر به درک آثار آن‌ها خواهد بود و از طریق فضای مجازی رنگ و بافت مواد اختصاص داده‌شده، نسبت‌های فضایی را تصور می‌کنند.همچنین، با انجام یک پیاده‌روی پیش از ساخت در خانه شهری مجازی که در آن ایده‌های طراحی آزمایش می‌شوند.

فناوری واقعیت مجازی تعاملی و همه‌جانبه به مشتریان صنعت ساختمان در طراحی، شبیه‌سازی، بازاریابی و فروش پروژه‌های جدید کمک می‌کند. (Zhang et alm,2018) و از طریق یکپارچه‌سازی، نقش حیاتی در آموزش معماری ایفا خواهد کرد. با استفاده از فناوری واقعیت مجازی (واقعیت مجازی)، دانش‌آموزان می‌توانند یک برنامه آموزشی ایجاد کنند که در آن زبان آموزان می‌توانند با تعامل با مدل‌های مجازی بر نحوه ساخت ساختمان‌ها مسلط شوند. علاوه بر این، یافته‌ها نشان می‌دهد که در این شرایط رضایت کارفرمایان افزایش‌یافته و هزینه‌ها کاهش‌یافته است (Mobach, 2008). در آموزش ساختمان، دانشجویان باید روش‌های مختلف ساخت‌وساز را تجسم کنند و به سفرهای علمی بروند. این ممکن است نیاز به سفر به سایت‌های ساخت‌وساز برای ارتباط بین تئوری و عمل داشته باشد. ساکس و همکاران (۲۰۱۴) گزارش داد که واقعیت مجازی به محققان در یک محیط کنترل شده کمک می‌کند تا اقدامات تصمیم‌گیری افراد انسانی را با دقت بالا و در دوره‌های نسبتاً کوتاه پیگیری، ثبت و تجزیه‌وتحلیل کنند. پدرو و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که با ارائه یک پلت فرم خلاقانه برای بهبود تجربی ظرفیت تشخیص خطر، انتقال اطلاعات ایمنی و درگیر کردن دانش آموزان، واقعیت مجازی می‌تواند ایمنی را با آموزش مواد و تکنیک‌های ساختمانی ترکیب کند. چان و همکاران (۲۰۱۵) در یک مطالعه مشابه در مورد افزایش آموزش ساخت‌وساز گزارش داد که واقعیت مجازی یادگیری تجربی را ترویج می‌دهد و سطوح تعامل مناسب را برای انتقال مؤثر اطلاعات به یادگیرندگان ارائه می‌دهد. آگیرباس (۲۰۲۰) دریافت که وقتی BIM با آموزش دروس پایه ساخت‌وساز در برنامه های درجه معماری گنجانده می‌شود، دانش آموزان مفاهیم سیستم ساختمان را به‌وضوح و به طور مؤثر درک می‌کنند.

• روش استفاده از واقعیت مجازی در معماری

نمونه کارها روشی استاندارد برای معماران برای نشان دادن کار، سبک، فرآیند و برند خود است. در دهه گذشته، روش‌های ترسیم از کاغذی به دیجیتال تغییر کرده است، عمدتاً به این دلیل که مدیریت یک سبد دیجیتال و به روز نگه‌داشتن آن‌هم

زمان کمتر نیاز دارد و هم مقرون‌به‌صرفه است. در حوزه پورتفولیوهای دیجیتال، گزینه‌ها از یک برنامه کاربردی، یک PDF یا یک نمونه کار مبتنی بر وب متفاوت است. معماران عموماً انتخاب می‌کنند که از JPEG به‌عنوان موضوع اصلی نمونه کارها استفاده کنند و متن یا رسانه‌های دیجیتال خاصی مانند ویدئو یا صدا را درج کنند (T. Dorta,2016). با این حال، معمارانی وجود دارند که به دنبال تمایز برند خود از بازار و اتخاذ نوآوری‌های جدیدتر هستند. در واقع، نمونه کارها در واقعیت مجازی به‌عنوان افزوده‌ای برای نمونه‌های بصری برای توسعه‌دهندگان عمل می‌کند، با این امتیاز اضافی که بینندگان آن‌ها اتاق را در ۳۶۰ درجه تجربه خواهند کرد. این احساس هویت را فراهم می‌کند که به درک بیشتری از عملکرد و مفاهیم معماران اجازه می‌دهد.این فناوری غوطه‌وری و تعامل را به مدل‌های سه بعدی تولیدشده توسط رایانه اضافه می‌کند و امکان "کاوش" را فراهم می‌کند که با اشکال سنتی نمایش امکان‌پذیر نیست. و با این توصیف واقعیت مجازی برای برنامه‌ریزی محیطی و معماری منظر به‌عنوان ابزاری که فراتر از واقعیت موجود را ممکن می سازد، مطابقت دارد.

فناوری‌های متاورس و واقعیت مجازی با ارائه ابزارهای نوآورانه، بهبود فرآیندهای طراحی، افزایش همکاری و تغییر روشی که کاربران محیط‌های ساخته شده را تجربه می‌کنند، پتانسیل ایجاد انقلابی در حوزه معماری را دارند. معماران می‌توانند از واقعیت مجازی برای غوطه‌ور شدن در محیط‌های مجازی و کاوش طرح‌ها در مقیاس ۱:۱ قبل از ساخت استفاده کنند و این اجازه می‌دهد تا درک شهودی بیشتری از روابط فضایی، نسبت‌ها و زیبایی‌شناسی داشته باشید. پلتفرم‌های متاورس و فناوری‌های واقعیت مجازی، معماران، طراحان و مشتریان را قادر می‌سازد تا بدون توجه به مکان‌های فیزیکی، در فضاهای مجازی مشترک با یکدیگر همکاری کنند که این همکاری در زمان واقعی می‌تواند ارتباطات را بهبود بخشد و فرآیندهای تصمیم‌گیری را ساده کند. معماران می‌توانند از واقعیت مجازی برای ایجاد ارائه‌های تعاملی برای مشتریان استفاده کنند،که به آن‌ها اجازه می‌دهد تا به‌صورت مجازی قدم بزنند و طرح‌های پیشنهادی را تجربه کنند. این باعث افزایش تعامل مشتری می‌شود و به ذینفعان کمک می‌کند تا محصول نهایی را با دقت بیشتری تجسم کنند.همچنین به معماران و ذینفعان اجازه می‌دهد تا سایت‌های ساخت‌وساز را از راه دور بازرسی کنند. این به‌ویژه برای پروژه‌هایی که در محیط‌های دور یا چالش‌برانگیز واقع‌شده‌اند بسیار ارزشمند است. (M.E. Portman,2015)

معماران می‌توانند از واقعیت مجازی برای طراحی پارامتریک استفاده کنند و امکان کاوش در تکرارهای متعدد طراحی بر اساس الگوریتم‌ها و پارامترها را فراهم کنند. این روند طراحی را تسریع می‌کند و نوآوری را تشویق می‌کند.و همچنین به دانشجویان معماری تجربیات یادگیری همه‌جانبه‌ای ارائه می‌دهد و به آن‌ها امکان می‌دهد مفاهیم معماری، ساختارهای تاریخی و اصول طراحی را در محیط‌های مجازی کشف کنند. (Esra'a Ashgan,2022)

واقعیت مجازی با شبیه‌سازی واقعیت و حذف مرزهای فیزیکی و مجازی معماران را قادر می سازد تا تحلیل‌های فضایی را به شیوه‌ای فراگیرتر انجام دهند. این شامل مطالعه شرایط نور، الگوهای گردش و تجربه کلی کاربر در یک فضای طراحی‌شده است.

ادغام واقعیت مجازی با فناوری دوقلو دیجیتال به معماران این امکان را می‌دهد که شبیه‌سازی‌های پویا از ساختمان‌ها در طول چرخه عمر خود ایجاد کنند. این امر از درک بهتر عملکرد، تعمیر و نگهداری و نوسازی‌های احتمالی پشتیبانی می‌کند.واقعیت مجازی را می‌توان برای شبیه‌سازی چالش‌ها و راه‌حل‌های دسترسی به کار گرفت. (Hala Sirror,2021)

به طور خلاصه، ادغام فناوری‌های متاورس و واقعیت مجازی در معماری این پتانسیل را دارد که فرآیند طراحی را متحول کند، همکاری را بهبود بخشد و تجربه کلی کاربر را بهبود بخشد. با ادامه پیشرفت این فناوری‌ها، معماران احتمالاً راه‌های جدید و خلاقانه‌ای را برای استفاده از محیط‌های مجازی برای طراحی، ارائه و تجربه معماری کشف می‌کنند. با توجه به اهمیت این تکنولوژی در صنعت معماری معاصر شرکت‌های بزرگ معماری از واقعیت مجازی و جنبه‌های متاورس برای بهبود طراحی، همکاری و تجربیات کاربر استفاده کرده‌اند.

الف) چشم‌اندازIris واقعیت مجازی برای همکاری مجازی

توضیحات: نرم‌افزار Iris واقعیت مجازی، Prospect، برای همکاری مجازی در معماری طراحی‌شده است. این به چندین ذینفع اجازه می‌دهد تا در یک محیط مجازی مشترک با یکدیگر ملاقات کنند، طرح‌ها را بررسی کنند و در زمان واقعی تصمیم بگیرند.

مزایا: همکاری ساده، کاهش هزینه‌های سفر، و توانایی ارائه طرح‌ها به مشتریان در محیطی فراگیر.

ب) پروژهUNStudio The Imprint

از فناوری واقعیت مجازی برای ارائه"The Imprint" ، یک پروژه با کاربرد ترکیبی در کره جنوبی استفاده کرد. آن‌ها یک تجربه واقعیت مجازی ایجاد کردند که به کاربران اجازه می‌داد فضاهای داخلی ساختمان و جزئیات طراحی را کشف کنند.

مزایا: افزایش تعامل مشتری، بهبود ارتباطات مفاهیم طراحی، و فرمت ارائه تعاملی‌تر.

پ) استفاده فاستر + شرکا از واقعیت مجازی

یک شرکت معماری مشهور، واقعیت مجازی را در فرآیند طراحی خود ادغام کرده است. آن‌ها از واقعیت مجازی برای تجسم طرح‌های پیچیده، تجزیه‌وتحلیل پیکربندی‌های فضایی و بهینه‌سازی طرح‌های ساختمان استفاده می‌کنند.

مزایا: تکرار سریع‌تر طراحی، بهبود درک فضایی و افزایش همکاری بین تیم‌های طراحی.

ت) طراحی پایدار – پروژه Quayside Sidewalk Labs

شرکت (Alphabet Inc شرکت مادر گوگل)، استفاده از فناوری دوقلو دیجیتال و واقعیت مجازی را برای پروژه Quayside در تورنتو بررسی کرده است. دوقلو دیجیتال امکان شبیه‌سازی محیط‌های شهری و آزمایش استراتژی‌های طراحی پایدار را فراهم می‌کند.

مزایا: شبیه‌سازی و تجزیه‌وتحلیل تأثیر تصمیمات طراحی بر معیارهای پایداری، ارائه بینش ارزشمند برای برنامه‌ریزی شهری.

ث) تورهای اداری Arch Virtual's واقعیت مجازی

یک شرکت متخصص در واقعیت مجازی برای معماری، تورهای اداری واقعیت مجازی را توسعه داده است. این تورها به مشتریان بالقوه اجازه می‌دهد تا دفاتر شرکت‌های معماری را در واقعیت مجازی کاوش کنند و روشی جدید برای نمایش محیط کار و فلسفه طراحی خود ارائه می‌دهند.

مزایا: بازاریابی پیشرفته، تعامل همه‌جانبه با مشتری، و یک رویکرد منحصربه‌فرد برای ارائه شرکت‌های معماری.

بررسی این نمونه‌ها نشان می‌دهند که چگونه فناوری‌های واقعیت مجازی و متاورس در مراحل مختلف پروژه‌های معماری، از طراحی و همکاری گرفته تا ارائه و مشارکت ذینفعان، ادغام می‌شوند. با ادامه پیشرفت فناوری، معماران احتمالاً راه‌های نوآورانه‌تری را برای استفاده از این ابزارها برای کاربردهای خلاقانه و عملی در زمینه معماری کشف می‌کنند.

- **عملکرد هدست های واقعیت مجازی**

موضوع اصلی واقعیت مجازی شبیه‌سازی بینایی است. هدف هر هدستی این است که رویکرد خود را برای ایجاد یک محیط سه بعدی همه‌جانبه کامل کند. هر هدست واقعیت مجازی یک صفحه نمایش (یا دو - برای هر چشم) در جلوی چشم قرار می‌دهد، بنابراین هرگونه تعامل با دنیای واقعی را از بین می‌برد. دو لنز فوکوس خودکار معمولاً بین صفحه نمایش و چشم‌ها قرار می‌گیرند که بر اساس حرکت و موقعیت چشم فردی تنظیم می‌شوند. (شکل شماره ۳)

شکل ۳) نمای داخلی هدست واقعیت مجازی

تصاویر روی صفحه یا با استفاده از تلفن همراه یا کابل HDMI متصل به رایانه شخصی ارائه می‌شوند. مانند هر فناوری جدید، هزینه‌های اولیه بسیار زیاد است. حتی دستگاه‌های واقعیت مجازی متوسط نیز قیمت نسبتاً بالایی دارند. این روند احتمالاً در دهه آینده ادامه خواهد داشت تا زمانی که بفهمیم چگونه هزینه‌های دستگاه‌های دارای قابلیت واقعیت مجازی را کاهش

دهیم. محدودیت‌های فعلی این دستگاه‌ها هزینه بالا، اندازه هدست واقعیت مجازی، بیماری حرکت، وزن هدست واقعیت مجازی، اعتیاد احتمالی، محدودیت‌های گرافیکی است. (Abdulaziz Alharti,۲۰۲۰)

در میان هدست‌های اصلی موجود امروز، Vive و Rift هر دو دارای زاویه دید 110 درجه هستند، Google Cardboard ۹۰ درجه، Gear واقعیت مجازی ۹۶ و Google Daydream جدید تا ۱۲۰ درجه را ارائه می‌دهد.

سیستم‌های واقعیت مجازی را می‌توان به ۳ دسته اصلی طبقه‌بندی کرد: غیر همه‌جانبه، همه‌جانبه و نیمه همه‌جانبه هستند که بر اساس یکی از ویژگی‌های مهم واقعیت مجازی که غوطه‌وری است و نوع رابط‌ها یا اجزای مورداستفاده در سیستم است تقسیم می‌شود. سیستم واقعیت مجازی غیر همه‌جانبه که به آن سیستم واقعیت مجازی دسکتاپ، مخزن ماهی یا سیستم پنجره در جهان نیز می‌گویند، کم‌هزینه‌ترین و کم‌هزینه‌ترین سیستم واقعیت مجازی است، زیرا به کمترین اجزای پیچیده نیاز دارد. این به کاربران اجازه می‌دهد تا با یک محیط سه بعدی از طریق مانیتور نمایشگر استریو و عینک تعامل داشته باشند، سایر اجزای رایج شامل توپ فضایی، صفحه کلید و دستکش داده جدول شماره۴ است. حوزه‌های کاربردی آن شامل مدل‌سازی و سیستم‌های CAD می‌باشد. از طرف دیگر سیستم واقعیت مجازی همه‌جانبه گران‌ترین است و بالاترین سطح غوطه‌وری را ارائه می‌دهد. اجزای آن شامل HMD، دستگاه‌های ردیابی، دستکش‌های داده و موارد دیگر است که کاربر را با انیمیشن‌های سه بعدی کامپیوتری در برمی‌گیرد که کاربر احساس می‌کند بخشی از محیط مجازی است. یکی از کاربردهای آن در پیاده‌روی مجازی ساختمان‌ها است. سیستم واقعیت مجازی نیمه غوطه‌ور که سیستم‌های ترکیبی یا سیستم واقعیت افزوده نیز نامیده می‌شود، سطح بالایی از غوطه‌وری را فراهم می‌کند، درحالی‌که سادگی واقعیت مجازی رومیزی را حفظ می‌کند یا از برخی مدل‌های فیزیکی استفاده می‌کند. نمونه‌ای از چنین سیستمی شامل CAVE (محیط مجازی خودکار غار) و یک برنامه کاربردی شبیه‌ساز رانندگی است.(Oluleke Bamodu,۲۰۱۳)

یک سیستم واقعیت مجازی از ۲ زیرسیستم اصلی سخت‌افزار و نرم‌افزار تشکیل‌شده است. سخت‌افزار را می‌توان بیشتر به کامپیوتر یا موتور واقعیت مجازی و دستگاه‌های ورودی/خروجی تقسیم کرد، درحالی‌که نرم‌افزار را می‌توان به نرم‌افزار کاربردی و پایگاه داده همان‌طور که در زیر نشان داده‌شده است تقسیم کرد. (Oluleke Bamodu,2013)

برای درک سخت‌افزار واقعیت مجازی، لازم است مکانیزم های اساسی آن را درک کرد. (Steven M. Lavalle,2019)

نرم‌افزار سیستم واقعیت مجازی مجموعه‌ای از ابزارها و نرم‌افزارها برای طراحی، توسعه و نگهداری محیط‌های مجازی و پایگاه داده‌ای است که اطلاعات در آن ذخیره می‌شود. ابزارها را می‌توان به ابزارهای مدل‌سازی و ابزارهای توسعه طبقه‌بندی کرد.(Oluleke Bamodu,2013)

- **ابزارهای مدل‌سازی واقعیت مجازی**

ابزارهای مدل‌سازی زیادی برای طراحی واقعیت مجازی در دسترس هستند که رایج‌ترین آن‌ها 3ds Max، Mayaو Creatorهستند. برنامه های کاربردی خاص مهندسی ممکن است از نرم‌افزارهایی مانند CATIA، Pro/E، Solidworks، UGو غیره استفاده کنند.

- **ابزارهای توسعه واقعیت مجازی**

واقعیت مجازی یک فناوری پیچیده و یکپارچه است که از بسیاری از فناوری‌های دیگر مانند گرافیک رایانه‌ای سه بعدی، فناوری ردیابی، پردازش صدا و فناوری لمسی و غیره استفاده کرده است، بنابراین انعطاف‌پذیری توسعه نرم‌افزار و تعامل زمان واقعی موردنیاز است. شروع توسعه یک سیستم واقعیت مجازی از کدهای پایه در C/C++، Java، OpenGL و غیره نیاز به مقدار زیادی کار دارد و چنین قابلیت اطمینان سیستمی معمولاً پایین است، بنابراین از ابزارهای توسعه واقعیت مجازی استفاده می‌شود. در انتخاب ابزارهای توسعه واقعیت مجازی به دلیل تفاوت در انعطاف‌پذیری ارائه‌شده توسط بسته‌های نرم‌افزاری مختلف مانند ورودی مدل موجود، سازگاری رابط، فرمت فایل، سهولت انیمیشن، تشخیص برخورد، دستگاه‌های ورودی/خروجی پشتیبانی شده و جامعه پشتیبانی در دسترس نیاز است. در ابزارهای مورداستفاده برای توسعه واقعیت مجازی و ایجاد محتوای واقعیت مجازی شامل

ابزارهای تألیف دنیای مجازی، کیت‌های ابزار واقعیت مجازی/کیت‌های توسعه نرم‌افزار (SDK) و رابط‌های برنامه کاربردی (API) است.

فهرست منابع

Abbas M. Al-Ghaili, Hairoladenan Kasim, Naif Mohammad (2022) **Digital Object Identifier** 10.1109/ACCESS.2022.3225638

Ashraf A. Gaafar, (2021) **Metaverse in Architectural Heritage Documentation & Education**, Advances in Ecological and Environmental Research (ISSN 2517-9454, USA)

Esra'a Ashgan, Numayer Moubarki, Malak Saif, Abdel-Moniem El-Shorbagy (2022) **Civil Engineering and Architecture** 11(1): 498-506, 2023

Haihan Duan, Jiaye Li, Sizheng Fan, Zhonghao Lin, Xiao Wu, and Wei Cai. (2021**). Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype.** In Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia (MM'21), October 20–24, 2021, Virtual Event, China. ACM, New York, NY, USA,

Jennifer Whyte, (2003) **Industrial Applications Of Virtual Reality In Architecture and Construction**, ITcon Vol. 8

John D. N. Dionisio, William G. Burns III, Richard Gilbert (2013) **Article in ACM Computing Surveys** · June 2013 DOI: 10.1145/2480741.2480751

M.E. Portman ∗, A. Natapov, D. Fisher-Gewirtzman (2019) **To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning, Computers, Environment and Urban Systems** 54 (2015) 376–384

Oluleke Bamodu, Xuming Ye (2013) **Virtual Reality and Virtual Reality System Components**, Proceedings of the 2nd International Conference On Systems Engineering and Modeling (ICSEM-13)

Qubad Sabah Haseeb, Saba Fadhel Jaf, Anas Attellah Ali Shoshan (2022) **Virtual Reality in Architectural and Structural Design and its Effect on the Recipient**, Journal of Global Scientific Research 7 (3) 2022/ 2206-2216

Schumacher, P (2022).. The metaverse as opportunity for architecture and society: design drivers, core competencies. ARIN 1, 11

Shakeri, Sheida and Ornek, Muhammad Ali (2023) **"How Metaverse Evolves the Architectural Design,"** Architecture and Planning Journal (APJ): Vol. 28: Iss. 3, Article 35.

Sheng Kai Tang and June-HaoHou, (2022) **Designing a Framework for Metaverse Architecture**, POST-CARBON, Proceedings of the 27th International Conference of the Association for Computer AidedArchitectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2022, Volume 2, 445-454

Steven M. LaValle (2019) **Virtual Reality**, Cambridge University, Copyright Steven M. LaValle 2020

Thien Huynh, Quoc-Viet Pham, Xuan-Qui Pham, (2022) **Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey**, Cornell university Computer Science arXiv:2202.10336v1