



مکاورس: اولین متاورس مهندسی مکانیک ایران

محمد حسین داوورپور^۱

۱- گروه مهندسی کامپیوتر، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
* سمنان، davarpour@semnaniau.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل
دریافت: ۲۷ آبان ۱۴۰۰
پذیرش: ۱۲ دی ۱۴۰۰
ارائه در سایت: ۱۲ اردیبهشت ۱۴۰۱

کلیدواژگان

متاورس
مکاورس
واقعیت مجازی
آزمایشگاه فیزیک
آزمایشگاه مجازی
بازی‌وار سازی

چکیده

همراه با رشد قابل توجه فناوری‌های نوظهور و گسترش کاربرد آن‌ها در زندگی روزمره مردم (نظیر هوش مصنوعی و کلان داده، اینترنت اشیا، بلاکچین، پردازش ابری و غیره)، یکی از مفاهیم فناورانه که به تازگی مورد توجه قرار گرفته و بر پایه فناوری واقعیت مجازی تعریف می‌گردد، مفهوم متاورس یا فرادنیاست. متاورس به عنوان یک دنیای مجازی به شبیه‌سازی سه بعدی محیط‌ها، اشیا، افراد و ارتباطات آن‌ها پرداخته و بر این اساس امکان تجربه کردن پدیده‌ها و ایجاد تعاملات را با تجربه‌ای نزدیک به واقع با عنوان تجربه غوطه‌وری فراهم می‌کند. یکی از مهمترین زمینه‌هایی که این فناوری توانسته است آن را بصورت محسوس تحت تاثیر قرار دهد، مساله آموزش است. با به کارگیری این فناوری، بدون نیاز به وجود محیط‌های فیزیکی و صرفاً با به کارگیری محتوای متاورسی و تجهیزات مرتبط با آن از جمله هدست‌های واقعیت مجازی، می‌توان بر بسیاری از چالش‌های موجود آموزشی مثل محدودیت‌های مکان، زمان، مواد اولیه و تجهیزات با راه‌حل‌هایی مقرون به صرفه و با ریسک پایین غلبه نمود. در این مقاله، مکاورس [۱]، اولین متاورس تخصصی مهندسی مکانیک ایران معرفی می‌گردد که به منظور ایجاد آزمایشگاه‌های درسی و کارگاه‌های مهارتی مرتبط با فیزیک و مکانیک طراحی و پیاده‌سازی گردیده است. بر این اساس، علاوه بر تشریح محیط و ابزار توسعه آن، تعدادی از آزمایش‌های تعریف شده در مکاورس و نحوه دسترسی و استفاده از آن توضیح داده خواهد شد.

Mechaverse: The Iran's first metaverse of mechanical engineering

Mohammad Hossein Davarpour¹

1- Department of Computer Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
*Semnan, Iran, davarpour@semnaniau.ac.ir

Article Information

Original Research Paper
Received 18 November 2021
Accepted 2 January 2021
Available Online 2 May 2022

Keywords

Metaverse
Mechaverse
Virtual Reality
Virtual Laboratory
Physics Laboratory
Gamification

ABSTRACT

Along with the considerable growth of emerging technologies (such as artificial intelligence and big data, internet of things, blockchain, cloud computing, etc.) and expansion of their application in people's everyday life, one of the technological concepts which has received more attention recently is the Metaverse or meta-universe. Metaverse as a virtual world is based on Virtual Reality technology and simulates environments, objects, people and their communications in a 3D space and provides a near-reality experience known as immersive experience for users. One of the contexts which is noticeably affected by Metaverse is education. Using VR and Metaverse, we can cope with many existing educational challenges such as space and time limitations, lack of sufficient raw materials, difficulties of equipment maintenance, etc. using cost-effective and low-risk solutions. In this paper, Mechaverse, the Iran's first domain-specific metaverse of mechanical engineering is introduced which is designed and implemented to provide laboratory courses and skill workshops related to physics and mechanics. Afterwards, necessary tools for development of Mechaverse are described and some defined practical courses and the mechanisms of accessing and using them are discussed.

Please cite this article using:

Mohammad Hossein Davarpour, Mechaverse: The Iran's first metaverse of mechanical engineering, *Journal of Mechanical Engineering and Vibration*, Vol. 13, No. 1, pp. 12-18, 2022 (In Persian)

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

۱- مقدمه

در سالهای اخیر رشد برخی از فناوری‌ها به ویژه در زمینه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات از جمله فناوری‌های هوش مصنوعی و کلان داده‌ها، اینترنت اشیا، بلاکچین، واقعیت افزوده و واقعیت مجازی و نیز پردازش‌های ابری، شتاب قابل توجهی به خود گرفته است. علاوه بر این، برخی از این فناوری‌ها در کاربردهای متعددی به هم رسیده و در کنار هم قرار گرفته‌اند و شرکتهای مختلف با ترکیب آنها، محصولات و خدماتی تاثیرگذار را خلق نموده و به کاربردی شدن این فناوری‌ها معنای جدی-تری بخشیده‌اند. در کنار مفاهیمی مثل صنعت نسل ۴^۱، یکی دیگر از مفاهیم فناورانه برای تحقق تحول دیجیتال^۲ که خود در بردارنده طیف وسیعی از فناوری‌های مختلف بوده و به تازگی استفاده از آن به یک روند رو به رشد^۳ در ادبیات فناورانه فضای مجازی تبدیل گردیده است، مفهوم متاورس^۴ یا فرادنیای می‌باشد. عبارت متاورس که برای نخستین بار توسط نیل استیونسن^۵ در کتاب سقوط برف^۶ مطرح شد [۲]، طبق تعریف آکسفورد، یک فضای مبتنی بر واقعیت مجازی است که در آن کاربران می‌توانند با محیط تولید شده به وسیله کامپیوتر و نیز با سایر کاربران تعامل داشته باشند [۳]. این مفهوم که به تازگی با رویکرد جدید شرکت متا [۴] در مرکز توجه قرار گرفته است، فرضیه‌ای از آینده اینترنت به شمار می‌رود که از محیط‌های مجازی سه بعدی آنلاین غیرمتمرکز و پایدار تشکیل شده است [۵] و در آن می‌توان با بهره‌گیری از فناوری‌هایی مثل واقعیت افزوده^۷ و واقعیت مجازی^۸ از تجربه غوطه‌وری^۹ در تعامل با محیط بهره برد.

در حالی که مفهوم متاورس، چنانکه گفته شد از فناوری‌های مختلفی تشکیل گردیده است (شکل ۱)، یکی از فناوری‌های غالب در تحقق بسیاری از اهداف آن، فناوری واقعیت مجازی می‌باشد. محیط‌های واقعیت مجازی در واقع محیط‌های سه بعدی شبیه‌سازی شده‌ای هستند که به صورت نرم‌افزار واقعیت مجازی قابل استفاده می‌باشند.

در حالی که این محیط‌ها و در واقع نرم‌افزارهای واقعیت مجازی از طرفی در تجربه‌ای ضعیف‌تر اما با دسترسی عمومی و فراگیر و بدون وابستگی به سخت‌افزارهای ویژه از طریق مرورگر قابل استفاده خواهند بود، از طرف دیگر می‌توانند با به کارگیری همدست‌های ویژه واقعیت مجازی، ضمن امکان تحقق مفهوم دوقلوی دیجیتال^{۱۰} برای افراد، سازمان‌ها و پدیده‌ها، تجربه‌ای غنی‌تر و بسیار با کیفیت‌تر را با عنوان تجربه غوطه‌وری به کاربر منتقل نمایند و وی را عملاً منفک از دنیای فعلی، در دنیایی شبیه‌سازی شده، متفاوت و دارای ویژگی‌هایی متمایز نسبت به دنیای جاری قرار دهند.

محیط‌های واقعیت مجازی چه از طریق مرورگر و چه از طریق هدست‌های واقعیت مجازی در دسترس کاربر قرار گیرند، می‌توانند علاوه بر امکان مشاهده یک محیط سه بعدی شبیه‌سازی شده دارای جذابیت بصری، قابلیت تعامل^{۱۱} با محیط و در نتیجه کار با اجزاء، عناصر و اشیا تشکیل دهنده آن را نیز در اختیار کاربر قرار دهند. همین موضوع سبب گردیده است که ایجاد محیط‌ها و نرم‌افزارهای واقعیت مجازی بتواند کاربردهای جدی را بصورت عملیاتی و غیر فانتزی در زمینه‌های گوناگون تعریف نماید که استفاده در کاربردهای گردشگری، ورزش، سلامت و درمان، بازی و سرگرمی، ارتباطات، نمایش و فروش و غیره مواردی از این دست می‌باشند.

علاوه بر همه این موارد، واقعیت مجازی می‌تواند در حیطه آموزش به ویژه آموزش‌های عملی و مهارتی نیز نقشی بسیار خاص و تاثیرگذار و در برخی موارد غیر قابل رقابت ایفا کند که اهمیت آن بخصوص با توجه به شرایط آموزشی تجربه شده در دوران کرونا، که امکان مجازی سازی درس‌های عملی در عین حفظ کیفیت آن به سختی فراهم بود، بیش از پیش مشهود می‌باشد.

برای این منظور و در راستای استفاده از فناوری واقعیت مجازی برای غلبه بر برخی از محدودیت‌ها و چالش‌های مرتبط با برگزاری کلاس‌های عملی و به ویژه آموزش‌های مهارتی که با کارگاه یا آزمایشگاه سر و کار دارند، در این مقاله یک محیط متاورسی با نام مکاورس معرفی می‌گردد که به صورت تخصصی برای ایجاد آزمایشگاه‌های درسی و نیز کارگاه‌های مهارتی مرتبط با مهندسی مکانیک و زمینه‌های علمی و مهارتی مربوط به آن تدارک دیده شده و راه اندازی گردیده است.

1 Industry 4.0

2 Digital Transformation

3 Trend

4 Metaverse

5 Neal Stephenson

6 Snow Crash

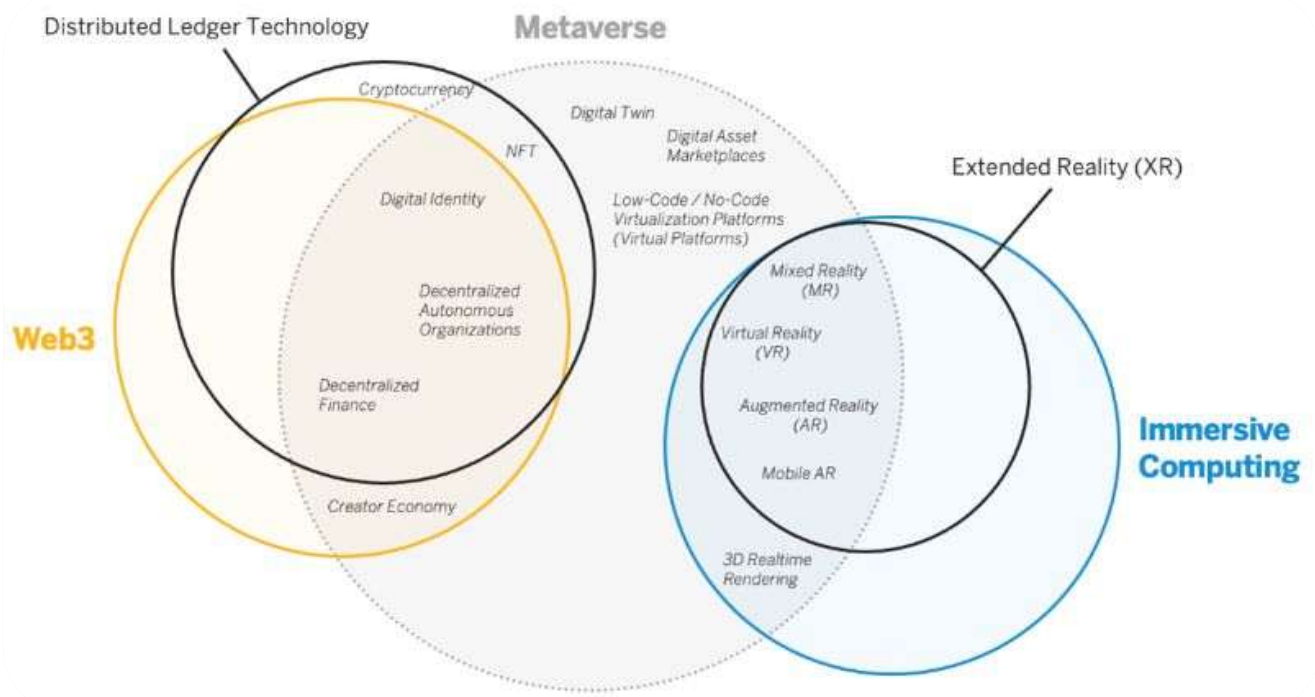
7 Augmented Reality

8 Virtual Reality

9 Immersive Experience

10 Digital Twin

11 Interaction



شکل ۱ فناوری های تشکیل دهنده مفهوم متاورس [۶]

۲- کارهای گذشته

پس از معرفی تغییر رویکرد شرکت فیسبوک و تغییر نام آن به متا توسط زاکربرگ [۴] در ۲۰۲۱، مفهوم متاورس مورد توجه بسیاری از شرکت ها و سازمان ها قرار گرفت. اما آنچه که اکنون از آن به عنوان متاورس یاد می شود، مدت ها پیش از این نیز با عنوان دنیای مجازی، در قالب محیط های سه بعدی و بازی ها، فیلم ها و سریال های متعدد مورد استفاده قرار گرفته بود. به عنوان نمونه، Secondlife [۷] به عنوان یک دنیای مجازی دارای کاربر واقعی از سالها قبل، حتی از زمانیکه هنوز مفهوم بلاکچین و رمزارز در ادبیات فناوری دنیا وارد نشده بود، به عنوان یک متاورس پیشرو در حال کار و استفاده می باشد.

بازی های متعددی نیز با ایجاد یک دنیای مجازی و تعریف کارکترهای مختلف و امکان تعریف آواتار برای کاربران خود، سالهاست یک متاورس مبتنی بر بازی را خلق نموده و بسیاری از مفاهیم و اهداف متاورس را درون خود محقق ساخته اند و در برخی از آنها بصورت پیشرفته تر، اساسا توسعه دنیای مجازی می تواند حتی به وسیله خود کاربران دنیا صورت پذیرد [۸]. در سال های اخیر نیز محیط های متعددی به عنوان دنیای مجازی

(متاورس) خلق شده اند و با ایجاد تجربیات متنوع، کاربران مختلفی را در زمینه های مختلف به خود جذب نموده اند [۹، ۱۰، ۱۱].

علاوه بر محیط های سه بعدی عمومی تر، محیط های سه بعدی مختلفی نیز با کاربردهای تخصصی مثل ورزش، سلامت، گردشگری و غیره شکل گرفته اند. در این بین، یکی از انواع محیط های سه بعدی تخصصی، محیط هایی هستند که با هدف آموزش مفاهیم مختلف یا آموزش مهارت های عملی و برای مخاطبینی در رده های سنی متفاوت ایجاد گردیده اند. در واقع موضوعات آموزش مبتنی بر شبیه سازی، آموزش مبتنی بر بازی و استفاده از بازی وار سازی در آموزش، موضوعاتی است که در طول سالهای اخیر به عنوان راهکارهایی کارآمد در جهت افزایش جذابیت و اثربخشی آموزش بسیار مورد استفاده قرار گرفته اند [۱۲].

در امتداد این روش ها، استفاده از فناوری واقعیت مجازی نیز به عنوان روشی کاربردی، فناورانه و بسیار جذاب در آموزش در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته [۱۳، ۱۴] و علاوه بر تشکیل گروه هایی رسمی برای ایجاد و نهادینه کردن استانداردهای

مکاورس که هم بر بستر وب [۱] و هم بصورت نرم افزار واقعیت مجازی بر بستر هدست های VR، بصورت مدیریت شده در دسترس قرار گرفته است، با هدف پرداختن به برخی چالش ها، از میان برداشتن برخی موانع و ارایه راه حل فناورانه و کارآمد برای بعضی از مسایل متداول آموزشی در حیطه های مرتبط با مهندسی مکانیک طراحی و ایجاد گردیده و می کوشد با کاهش هزینه ها و نیز خطرات، راه حل آموزشی مقیاس پذیر، ارزان و کارآمد در جهت توانمندسازی افراد ارایه نماید.

برخی از ویژگی های کلان مکاورس عبارتند از:

- امکان مجازی سازی آموزش های عملی و مهارتی
- غلبه بر محدودیت های زمانی در ارائه آموزش های مهارتی
- غلبه بر قید مکان در ارائه آموزش های مهارتی
- کاهش چشمگیر و در بسیاری موارد حذف هزینه بالای خرید تجهیزات و استقرار، نصب و راه اندازی آن ها
- حذف هزینه های مربوط به مواد، قطعات و لوازم مصرفی
- کاهش چشمگیر در هزینه های مربوط به نگهداری آزمایشگاه یا کارگاه و تجهیزات و ماشین آلات مستقر در آن
- کاهش قابل توجه ریسک ها و خطرات مربوط به نگهداری آزمایشگاه و کارگاه
- افزایش ایمنی و سلامت مهارت آموزان و کاهش قابل توجه ریسک ها و خطرات مربوط به انجام خود آزمایش ها
- امکان مجازی سازی ابعاد مختلف مرتبی انسانی و کاهش قابل توجه وابستگی آموزشی به وی
- تکرارپذیر نمودن انجام آزمایش ها و تمرین مهارت ها بصورت تقریباً بی هزینه
- اضافه کردن یک بعد جدید به آموزش مهارتی مکانیک بر اساس بازی وارسازی^۲ یا به صورت ایجاد تجربه مشابه بازی^۳

با تکیه بر این ویژگی ها و با هدف ایجاد تجربه واقعی استفاده در کوتاه مدت و با چشم انداز توسعه این متاورس به انواع گسترده تری از آزمایش ها در میان مدت، اکنون مفهوم اولیه مکاورس طراحی و اجرا گردیده و ضمن پیاده سازی برخی از

آموزشی مبتنی بر این فناوری [۱۵]، آزمایشگاه ها و کارگاه های واقعیت مجازی متعددی نیز با استفاده از این فناوری شروع به کار و ارائه خدمات نموده اند تا آزمایش ها و آموزش های مهارتی مختلف در مقاطع تحصیلی قبل از دانشگاه و نیز آموزش های عملی دانشگاهی را تحت پوشش قرار دهند. در این بین استارت آپ های آموزشی متعددی نیز در دنیا با هدف تولید این نوع محیط های آموزشی پا به عرصه وجود گذاشته و برخی از آن ها رشد و موفقیت قابل توجهی را در زمانی کوتاه تجربه نموده اند. [۱۶، ۱۷، ۱۸]

در حالی که در دنیا مفهوم متاورسیتی یا متاورس های دانشگاهی بر سر زبان ها افتاده و چندین دانشگاه برای ارایه دروس بصورت متاورسی از ترم پاییز ۲۰۲۲ اعلام آمادگی نموده اند و علیرغم تلاش های متعددی که از سوی پژوهشگران و شرکت های دانش بنیان ایرانی برای ایجاد نرم افزارهای آموزشی در زمینه های مختلف صورت گرفته است، اما همچنان جای خالی یک متاورس داخلی که بصورت متمرکز به ایجاد و تجمیع درس های آزمایشگاهی به ویژه در یک حوزه خاص پرداخته و یک محیط یکپارچه متاورسی برای این منظور فراهم نموده باشد، به چشم میخورد. بر همین اساس با تمرکز بر مباحث مرتبط با فیزیک و مکانیک، مکاورس به عنوان یک محیط متاورسی یکپارچه با حوزه فعالیت تخصصی مهندسی مکانیک طراحی و پیاده سازی گردیده است.

۳- مکاورس: متاورس تخصصی مهندسی مکانیک

با در نظر گرفتن نیازهای آموزشی و مهارتی موجود در زمینه استفاده از ابزار و فناوری های نوین در تسهیل آموزش های عملی و مهارتی مرتبط با مهندسی مکانیک و نیاز به توانمندسازی فناورانه دانشجویان و مهارت آموزان این حیطه، ضمن بررسی تجارب موجود در دنیا، اولین متاورس تخصصی مهندسی مکانیک ایران با نام مکاورس طراحی و پیاده سازی گردیده است که در اینجا به معرفی آن پرداخته می شود.

مکاورس که با توجه به تعریف خود عملاً زیرمجموعه ای از ادتک^۱ به حساب می آید، یک محیط سه بعدی شبیه سازی شده آموزشی شامل کارگاه ها و آزمایشگاه های مختلف مرتبط با موضوعات مهندسی مکانیک بوده و ضمن شروع از آزمایش ها و کارگاه های پایه ای تر، انواع آزمایش ها و آموزش های کارگاهی و مهارتی این حوزه را در بر خواهد گرفت.

¹ Ed-tech: educational technologies

² Gamification

³ Game-Like Experience

داشته باشد و همه اینها در حالی اتفاق بیفتد که کاربر در دنیای واقعی، در محل فیزیکی خود کاملاً ایستاده و یا حتی نشسته است و نیاز به جابجایی فیزیکی قابل ملاحظه‌ای نخواهد داشت.

۴-۲-۲-۲-۴- گرفتن مجازی^۲

گرفتن و رها کردن مجازی، همانند راه رفتن مجازی نوعی کنش قابل انجام توسط کاربر در محیط‌های واقعیت مجازی است که با استفاده از دسته‌های همراه هدست‌ها و با برنامه نویسی دکمه‌های تعبیه شده روی آن‌ها انجام می‌گیرد. به طور کلی، هر دکمه قرار گرفته شده روی دسته، دارای یک کنش متعارف است که بر اساس دستورالعمل‌های توصیه شده توسط تولید کننده هدست، بصورت استاندارد بین توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای واقعیت مجازی پذیرفته شده و در ایجاد محیط‌ها واقعیت مجازی رعایت می‌گردد. در مورد گرفتن و رها کردن مجازی که ابزار تعامل و جایگزین دست در محیط به حساب می‌آید نیز وضع بر همین منوال بوده و دکمه‌هایی خاص روی دسته، معمولاً برای همین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۳-۳-۴- محتوای اجرا شده

در اولین فاز راه اندازی مکاورس، تعدادی از سرفصل‌های درس آزمایشگاه فیزیک ۱ مصوب وزارت علوم به همراه چند کارگاه مهارتی، توسعه داده شده و قابلیت استفاده از آن فراهم گردیده است. به عنوان نمونه، سه مورد از محتواهای آموزشی اجرا شده بصورت واقعیت مجازی در مکاورس در ادامه توضیح داده می‌شود:

۴-۳-۱- آزمایش تعیین ضریب سختی فنر (قانون هوک)

در این آزمایش، کاربر می‌تواند با در اختیار داشتن یک فنر، به انتخاب وزنه‌های مختلف بپردازد و آن‌ها را از یک نگهدارنده عمودی آویزان کند. سپس با اندازه‌گیری طول فنر در هر حالت، بر اساس قانون هوک، ثابت فنر را محاسبه و ارزیابی نماید. شکل ۲ صحنه‌ای از اجرای این آزمایش را نشان می‌دهد.

آزمایش‌های پایه بصورت عملیاتی، محیط واقعیت مجازی آن مورد بهره برداری قرار گرفته است.

۴- پیاده‌سازی و اجرا

در حالی که پیش‌تر، کلیت محیط تعریف شده به عنوان مکاورس تعریف گردیده و ویژگی‌های عمومی آن برشمرده شده است، برای معرفی دقیق‌تر متاورس ایجاد شده، به تشریح جزئیات مکاورس از سه بعد ابزار استفاده شده برای تولید و توسعه محیط، معرفی کنش‌های تعریف شده برای کار با آن و تشریح محتوای تعریف شده در فاز اول پیاده‌سازی آن پرداخته می‌شود:

۴-۱- ابزار مورد استفاده

برای پیاده‌سازی محیط مکاورس نرم افزارهای Unity [۱۹] و Blender [۲۰] و زبان برنامه‌نویسی C# از خانواده VisualStudio [۲۱] استفاده گردیده است. بر این اساس یک محیط آزمایشگاهی بصورت سه‌بعدی طراحی و اجرا شده و چندین آزمایش که بیشتر آن‌ها منطبق بر سرفصل درسی آزمایشگاه فیزیک ۱ دانشگاه هستند در قالب میز کارهای آزمایشگاهی مجزا در این محیط قرار گرفته‌اند.

۴-۲- کنش‌های تعریف شده

در صورت استفاده از مکاورس بر بستر وب به منظور حرکت در محیط و انجام آزمایش‌ها بصورت تعاملی، موس و کیبورد به عنوان ابزار حرکتی و تعاملی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حالت ورود به مکاورس با استفاده از دسته‌های واقعیت مجازی، با استفاده از امکانات هدست‌های واقعیت مجازی و دسته‌های همراه آن‌ها (مشابه با دسته‌های کنسول‌های بازی نظیر پلی استیشن) امکانات ویژه‌ای تعریف شده و قابل استفاده خواهد بود.

۴-۲-۱- قدم زدن مجازی^۱

قدم زدن مجازی نوعی از راه رفتن است که برای آن نیاز به جابجایی واقعی کاربر وجود ندارد و راه رفتن بصورت مجازی و با استفاده از جوی استیک تعبیه شده بر روی دسته‌های همراه هدست انجام می‌پذیرد. به این ترتیب، این امکان فراهم می‌آید که کاربر هدست بتواند بدون اینکه نیاز به مساحت بزرگی برای پیمایش محیط داشته باشد، بتواند در یک سرزمین وسیع یا در یک آزمایشگاه بزرگ مجازی دارای میزهای متعدد جابجا شود و محیط را پیمایش کند و در دنیای مجازی آزادانه رفت و آمد

² Virtual Grab

¹ Virtual Walk

تدارک دیده شده و در مکاورس پیاده سازی گردیده‌اند. یکی از این آموزش‌ها، آموزش کارگاهی تعویض لنت ترمز دیسکی می‌باشد که طی آن ضمن معرفی اجزاء تشکیل دهنده، نحوه تعویض لنت ترمز بصورت مرحله مرحله آموزش داده شده و کاربر می‌تواند بصورت تعاملی در طول آموزش، شخصا به تعویض لنت پرداخته و این تجربه را بارها تکرار نماید. شکل ۴، تصویری از این آموزش کارگاهی را نشان می‌دهد.



شکل ۴ آموزش کارگاهی تعویض لنت ترمز دیسکی

۵- نتیجه گیری و کارهای آینده

در این مقاله به معرفی مکاورس، اولین متاورس تخصصی مهندسی مکانیک ایران پرداخته شد. چنانچه ذکر شد، به منظور غلبه بر برخی چالش‌های موجود در آموزش‌های عملی و مهارتی و نیز کاهش هزینه‌ها و کارآمدسازی آن، همگام با فناوری‌های رو به رشد از جمله واقعیت مجازی و متاورس، محیط متاورسی مکاورس در دو بستر وب و هدست‌های واقعیت مجازی طراحی و تولید گردیده است که فاز اول آن شامل چندین آزمایش پایه از سرفصل درسی آزمایشگاه فیزیک ۱ مصوب وزارت علوم و چندین آموزش کارگاهی می‌باشد.

در ادامه و برای توسعه مکاورس، از طرفی توسعه آزمایش‌های درس‌های آزمایشگاهی فیزیک دانشگاه در دستور کار قرار گرفته است و از طرف دیگر زیرساخت لازم برای پوشش آزمایشگاه‌های دیگر مرتبط با مهندسی مکانیک تدارک دیده شده است. علاوه بر این، برخی از آموزش‌های مهارتی مرتبط با تاسیسات و خودرو، به ویژه در چارچوب مصوب سازمان فنی-حرفه ای کشور، برای راه‌اندازی در این محیط مورد مطالعه قرار گرفته و برنامه‌ریزی اولیه برای اجرای آن صورت پذیرفته است.

در ادامه، منطبق بر چشم‌انداز در نظر گرفته شده برای مکاورس، اتصال به متاورس‌های موجود جهانی و تسهیل روش استفاده متقابل از محیط و بهره‌گیری از پتانسیل کاربران آن‌ها، در دستور کار قرار گرفته است.



شکل ۲ آزمایش اندازه گیری ثابت فنر در مکاورس

۴-۳-۲- آزمایش تعیین شتاب جاذبه زمین (سقوط آزاد)

یکی دیگر از آزمایش‌های تدارک دیده شده در مکاورس، آزمایش سقوط آزاد برای تعیین شتاب جاذبه زمین است. در این حالت، بصورت شبیه سازی شده، سازه نگهدارنده‌ای طراحی گردیده که دارای قابلیت نگهداری وزنه با جرم مشخص در ارتفاع دلخواه کاربر بوده و می‌تواند در هر زمان دلخواه با فشردن یک دکمه فعال کننده، وزنه را رهاسازی نماید.

نرم افزار واقعیت مجازی توسعه داده شده، پس از فشردن دکمه فعال کننده توسط کاربر، بصورت خودکار، فاصله زمانی بین رها سازی وزنه تا برخورد آن با زمین تعریف شده برای این آزمایش را اندازه‌گیری کرده و در جدولی برای کاربر ثبت می‌نماید.

کاربر می‌تواند بارها این آزمایش را ضمن تغییر ارتفاع رهاسازی وزنه تکرار نموده و زمان‌های مربوط به هر مورد را اندازه‌گیری کند. تصویری از انجام این آزمایش در مکاورس، در شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۳ آزمایش اندازه گیری شتاب جاذبه در مکاورس

۴-۳-۳- آموزش کارگاهی تعویض لنت ترمز دیسکی

علاوه بر ایجاد آزمایش‌های مطابق با سرفصل درسی وزارت علوم، تعدادی آموزش کارگاهی نیز در قالب آزمایش‌های مهارتی

- [22] Official website of Hamareh software company, <https://www.hamareh.com>
- [23] HamarehVR: Virtual Reality team of Hamareh company, <https://hamarehvr.ir/>

۶- تقدیر و تشکر

بدین وسیله مراتب تشکر خود را از شرکت هوشمند آرمان هماره [۲۲] و تیم واقعیت مجازی آن با عنوان هماره وی آر [۲۳] اعلام می‌دارم که در پیاده‌سازی و اجرای مکاورس از همراهی فنی آن‌ها برخوردار بوده و از نظرات ارزشمند و پیشنهادهای راهگشای آن‌ها بهره فراوان بردهام.

۷- مراجع

- [۱] مکاورس: اولین متاورس تخصصی مهندسی مکانیک ایران؛ قابل دسترس در <http://www.mechaverse.ir>
- [2] Neal Stephenson, "Snow Crash", *Book*, Bantam Books (US), 1992.
- [3] Oxford Learners Dictionary; <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>
- [4] C. Newton, Mark in the metaverse, <https://www.theverge.com/22588022/mark-zuckerberg-facebook-ceo-metaverse-interview>, 2021.
- [5] M. O'Brian, K. Chan, "EXPLAINER: What is the metaverse and how will it work?", *ABC News. Associated Press*, 2021.
- [6] K. Dooze, F. Ehlert, The Intersections of Trending Concepts with the Metaverse and Related Technologies, <https://community.sap.com/topics/digital-innovation/metaverse>.
- [7] Official website of Secondlife virtual world, <http://www.secondlife.com>.
- [8] Official website of Minecraft virtual world, <https://www.minecraft.net/>.
- [9] Official website of Decentraland metaverse, <https://decentraland.org/>
- [10] Official website of Sandbox game, <https://www.sandbox.game/en/>
- [11] Official website of Clash of Clans game, <https://clashofclans.com>
- [12] J. Swacha, State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey, *Journal of Education Sciences*, 11(2):69, 2021.
- [13] D. Kamińska, Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey, *Information*, 10(10), 318. 2019.
- [14] D. Kaminska, T. Sapinski, N. Aitken, A. Della Rocca, Virtual reality as a new trend in mechanical and electrical engineering education, *Central European Journal of Physics*, 15(1), 2017
- [15] Immersive Education Technology Group (IETG), <https://mediagrid.org/groups/technology/grid.ied>
- [16] Labster: Virtual Labs for Universities and High Schools, <https://www.labster.com/>
- [17] PraxiLabs: Virtual Experiments Simulations, <https://praxilabs.com/>
- [18] VRealab: Virtual simulation laboratory, <https://play.vrealab.com/>
- [19] Unity Real-Time Development Platform, <https://unity.com/>
- [20] Blender: Free and open-source 3D computer graphics software, <https://www.blender.org/>
- [21] Visual Studio: IDE and Code Editor for Software Developers, <https://visualstudio.microsoft.com/>