

从虚拟现实到元宇宙：在线教育的新方向

□刘革平 王星 高楠 胡翰林

摘要：元宇宙代表了视觉沉浸技术发展的最新阶段，其本质是一个平行于现实世界的在线数字空间，正在成为人类社会创新发展的实践场域。视觉沉浸技术的演进经历了桌面式虚拟现实、沉浸式虚拟现实、扩展现实以及元宇宙等四个阶段。元宇宙超越了时空分离的阻碍，将重新塑造在线教育时空“共在”的新形态，生成元宇宙智能在线学习环境。该智能在线学习环境在技术架构上涉及5G/6G网络环境、资源生产、大数据处理、认证机制和交互界面，在系统结构上包括构造环境、信息环境、心理环境和文化环境，在组成要素上涵盖复合资源、智能工具、意象活动、全人评价、精准教学、具身学习、学习伙伴和教学类群，在培养目标上强调促进学习者深知生慧。元宇宙将深度重塑在线教育的课程资源、教学方式、学习支持服务和认证机制。未来元宇宙将成为人工智能时代在线教育转段升级的创新奇点，因此要超前布局元宇宙在线教育，加快推进新基建以构筑其发展基础，建构研究新框架以形成其发展动能，探索伦理新观念以厘清其发展逻辑。

关键词：元宇宙；在线教育；虚拟现实；智能学习环境

中图分类号：G434 **文献标识码：**A **文章编号：**1009-5195(2021)06-0012-11 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2021.06.002

基金项目：2020年重庆市高等教育教学改革研究重大项目“信息技术与高校教学深度融合研究”（201004）；西南大学教育教学改革研究项目重大专项“基于现代信息技术的交互式课堂教学改革的探索与实践”（2019ZDJY004）。

作者简介：刘革平，博士，教授，博士生导师，西南大学教育学部（重庆 400715）；王星，博士研究生，西南大学教育学部（重庆 400715）；高楠，博士研究生，西南大学西南民族教育与心理研究中心（重庆 400715）；胡翰林，博士研究生，西南大学教育学部（重庆 400715）。

一、元宇宙走进教育场域的时代背景

在线教育是未来教育变革的大趋势，2020年以来的新冠疫情更是加快了这一变革进程。根据联合国教科文组织的数据显示，在新冠疫情造成教育停滞期间，绝大多数国家和地区选择在线教育来保障教育的稳定与连续（UNESCO，2021），在线教育已经成为现代教育体系的重要组成部分。但围绕在线教育的争议一直存在，不少学者认为当前在线教育存在以下问题：平面网页枯燥单调，难以调动学习积极性（Violante et al., 2015）；人机交互方式简单，学生参与感不强（文书锋等，2017）；学习数据记录不全，难以评价学习成效（郭文革，2020）；缺乏技能培养环境，实践环节欠缺（Carrillo et al., 2020）。究其原因不难发现，当前基于Web2.0技术的在线教育已然步入发展的瓶颈期，二维网络技术难以支撑起学生对沉浸性学习环境、自然人机交互方式和“面对面”社会性交互的需求，因此寻找下

一个创新突变奇点推动在线教育转段升级成为占领未来教育制高点的关键。

近年来，以虚拟现实、扩展现实、虚拟世界、数字孪生等为代表的视觉沉浸技术，正不断从学习资源、教学组织和系统平台等方面重塑在线教育（刘革平等，2020）。元宇宙作为虚拟现实的高阶发展产物，集VR/AR/MR、5G、云计算、人工智能、数字孪生等新兴信息技术于一体，将成为下一代互联网的最新形态，届时人类社会将进入一个崭新的网络时代。在线创作游戏平台Roblox认为构成元宇宙的基本要素包括身份、朋友、沉浸感、低延迟、多元化、随时随地、经济系统和文明。这八大要素将构成一个虚实融合、泛在互联、智能开放、去中心化的3D模拟世界。因此，元宇宙作为在线教育的新平台将重新定义在线教育的发生空间，变革在线教育的教学模式和评价方式，支持学生的个性化学习和全面发展。

众多媒体都将2021年称为“元宇宙元年”。尽

管元宇宙还处于发展的雏形阶段,但其已展现出巨大的发展潜力。本研究将首先概述元宇宙的特征及其技术演进脉络,其次分析元宇宙应用于在线教育的理论基础,并探究基于元宇宙的智能教育环境构建,最后就元宇宙应用于在线教育的新方向提出参考建议。

二、元宇宙的特征及其技术演进脉络

1. 元宇宙的特征

元宇宙的英文为 Metaverse, 其由“meta”(意为“超越”)与“verse”(意为“宇宙”)组合而成,旨在表明元宇宙是一种虚拟与现实无缝链接、深度融合的数字世界,其能够产生超越现实世界的显著价值。随着 Facebook 宣布将公司名称更改为“META”,元宇宙将受到资本市场前所未有的关注,其对于人类世界的颠覆性影响也将逐步照进现实。元宇宙主要有以下四个方面的特征:

虚拟与现实的深度融合。从元宇宙的存在形式来看,虚拟与现实的深度融合是元宇宙最基本的特征。元宇宙是利用成熟的数字技术来构建的既基于又独立于现实世界的“数字孪生”世界,既包括现实世界的数字化复制品,又含有虚拟世界的自主创造物。元宇宙通过视觉、听觉、触觉以及全身感官体验的穿戴设备,以及低延迟感与高拟真感的交互技术让用户产生在场的感官刺激,有助于提高元宇宙中的在线互动与交流质量,实现元宇宙中用户的沉浸式体验。因此,通过“数字孪生”世界的搭建与沉浸式的体验来促进虚拟与现实的深度融合,能够让用户在元宇宙中产生仿真现实又超越现实的沉浸感受。

智能数字化技术的集合。元宇宙是一个极致开放、自由、复杂与巨大的综合系统,其涵盖了整个网络空间、终端设备以及现实条件,是由不同类型建设者共同构建的超大型数字应用生态(左鹏飞, 2021),而各种智能数字技术则是其根基。元宇宙的组建依托于MR、区块链、通信技术、云计算、物联网与人工智能等数字技术的集合,如通过MR、脑机接口、物联网与可穿戴设备等交互技术进入虚拟世界,进行沉浸式体验与交互;通过区块链、人工智能技术来监管和维护元宇宙的运转体系,确保元宇宙持续稳定、符合标准与高效健康地运转;通过5G、云计算技术来支撑大规模用户的同时在线交互活动,保障交互的流畅性与低延迟。

随着技术的进一步发展,更多先进技术与创新应用也将逐步纳入元宇宙的组建中来。

线上和线下一体化关系。基于虚拟与现实深度融合的特征,元宇宙中虚拟与现实的界限将不再清晰,用户可以依据个性化需求在虚拟与现实世界中任意转换不同的社会形式。元宇宙中每个用户都将拥有唯一的元宇宙身份标识,并且能够通过该身份标识在元宇宙中产生具有现实感的真实社会交往关系。同时,基于该身份标识,用户可以随时随地通过相应数字设备进入到元宇宙来,进行学习、工作、生活等社会活动。在此过程中,用户的虚拟身份或集体角色会在线上与线下的转换过程中保持全面与完整(Dionisio et al., 2013)。因此,元宇宙将深刻冲击当前社会的组织形态与运作形式,进而形成线上与线下全面一体化的新型社会关系。

加深用户思维的表象化。元宇宙为用户提供了一个沉浸体验、具身交互的虚拟现实深度融合系统,能够让用户利用海量资源和技术工具实现“可见即可感知”“可想即可尝试”等抽象思维表象化的过程。首先,用户在元宇宙中是“自由”与“全能”的,能够通过相应操作将自己的思维即时转化为具体有形的产品,使抽象复杂思维有效地实现清晰化与具体化,易于自身理解与分享交流。其次,思维的表象化能够让用户专注与沉浸于自身的思考过程中,规避因多媒体技术为代表呈现的“中介”信息而造成用户专注度、反思能力与逻辑能力弱化的问题。

2. 元宇宙的技术演进脉络

“元宇宙”并不是一个新概念,其最早诞生于1992年出版的科幻小说《雪崩》(Snow Crash),尼尔·斯蒂芬森(Neal Stephenson)在书中将元宇宙描述为“戴上耳机与目镜,找到连接终端,就能够以虚拟分身的方式进入由计算机模拟、与真实世界平行的虚拟空间”(王晨光, 2021)。如今的元宇宙概念更像是这一经典概念的重生,是在虚拟现实、增强现实、区块链、云计算以及数字孪生等新技术下的概念具化。正如清华大学新媒体研究中心发布的《2020—2021年元宇宙发展研究报告》中所说,元宇宙是基于扩展现实技术提供沉浸式体验,基于数字孪生技术生成现实世界的镜像,基于区块链技术搭建经济体系(清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心, 2021)。元宇宙代表了视觉沉浸技术的最新阶段,其本质是一个平行于现实世界的在线数字空间,其核心是由虚拟现实技术所构建的虚拟

世界。依照此类技术的发展和普及状况,可将视觉沉浸技术的演化过程划分为四个阶段:

第一阶段,以桌面式虚拟现实为主。其经典案例是由美国林登实验室在2003年发布的基于互联网的三维虚拟世界——Second Life (Linden, 2020)。用户在Second Life中可创建属于自己的“虚拟化身”(Avatar),参加虚拟世界中的各种探索和社会活动,制造和交易虚拟财产及服务。在这一阶段,用户只能通过计算机屏幕观察虚拟世界,受限于交互设备和立体视觉、三维建模等技术,其产生的沉浸感较低。目前,Second Life已经广泛应用于在线办公、远程社交等,尤其是自新冠疫情爆发后,Second Life的月平均访问人数超过1200万人。

第二阶段,以沉浸式虚拟现实为主。借助沉浸式技术和人机交互技术,沉浸式虚拟现实实现了由“平面式、被动式、单向型”向“立体式、主动式、互动型”的突破。尤其是从2016年之后,以Oculus和HTC Vive为代表的VR终端设备得以迅速发展,用户在虚拟世界中产生的感官刺激(视觉、听觉、触觉)都可以通过VR装置和体感设备转化为现实世界真实的感官体验,而不再受传统物理条件的限制和约束,其沉浸感大大增强。

第三阶段,以扩展现实和数字孪生为主。随着5G、云计算、人工智能等新一代信息技术与VR技术的深度融合,更为成熟的元宇宙技术体系得以逐渐成型。其中,5G的高速率、低时延、大规模设备连接等特性能够将地理上分布的多个用户或多个虚拟世界相连,使每个用户能够同时加入到同一个虚拟世界中,共同体验虚拟经历。基于VR/AR/MR的扩展现实技术实现了从现实空间到虚拟空间再到虚实融合空间之间的跨越;数字孪生技术是虚拟现实应用的深化发展,将实物对象空间与虚拟对象空间联通,实现真实世界与虚拟世界之间的无缝融合和有机联通。大数据、云计算和人工智能为元宇宙提供了强大的算力基础和智能化支撑,有助于推动元宇宙更高质量发展。

第四阶段,元宇宙初现端倪。借助脑机接口将彻底打破现实与虚拟之间的壁垒,用户可使用意念自由控制虚拟身体各个部位,随心所欲地与虚拟世界进行交互。同时脑机接口的双向传输功能,可以将多种感官的反馈通过脑信号传递给用户,获得与现实世界相同的感官体验,实现人与虚拟世界的融合。区块链技术是元宇宙实现升维的关键技术,借助区块链技术

既可建立现实空间与虚拟空间的经济联系,又能实现虚拟价值和真实价值的统一。元宇宙将实现人与虚拟世界、现实世界与虚拟世界的融合。

三、元宇宙应用于在线教育的理论基础

元宇宙塑造了视觉沉浸的在线教育立体空间场域,支撑其科学发展的相关理论将从离身向具身转变。概括来看,具身认识理论、分布式认知理论和沉浸理论为元宇宙在教育中的应用提供了理论启示。

1. 具身认识理论

具身认识理论基于对传统“身一心”二元认知观的批判,认为认知的形成是大脑、身体与环境间相互作用的结果。身体的感觉运动系统、形态结构和经历体验等都将影响认知的形成与发展。F.瓦雷拉(F. Varela)等对“具身”一词进行了如下阐述:“第一,认知依赖于经验的种类,这些经验来自具有各种感知运动的主体;第二,这些个体的感知运动能力自身含在一个更广泛的生物、心理和文化情境中”(F.瓦雷拉等,2010)。具身认识理论的核心在于强调身体参与认知过程、身体与环境的具身交互等,因而在认知形成过程中要注重置身情境、身体感知与动态交互过程。元宇宙支持与赋能的在线教育能够让学习者置身于更为广阔的社会文化情境中,充分调动身体感觉运动系统与环境世界进行具身交互,以更好地促进学习者认知的形成。

2. 分布式认知理论

分布式认知理论认为认知分布于个体内、个体间、媒介、环境、文化、社会以及时间之中(Cole et al., 1993)。分布式认知是一种认知活动,是对个体内部表征与环境外部表征进行信息加工的过程(Chuah et al., 1999)。因此,相较于传统认知理论而言,分布式认知理论强调认知活动的系统性,认为认知活动中的各要素是紧密相连的,而且都对认知活动发挥相应的功能作用,其不仅关注认知过程中个体内部、个体之间以及与人工制品的交互作用,也强调认知活动的环境根植性与分布性。分布式认知是对传统个体认知观的超越,将功能系统作为新的分析单元,认为认知存在于学习资源、学习环境、学习者使用的工具、学习者间的交互以及所有学习者之中(陈锦昌等,2016)。因而,分布式认知理论对基于元宇宙开展在线教育具有两方面的启示,一是为元宇宙环境中学习资源、学习工具以及学习活动的选择与设计提供了指导;二是要注重学

习者个体间的交往互动。

3. 沉浸理论

沉浸理论(也称为“心流理论”)是由米哈里·契克森米哈赖(Mihaly Csikszentmihalyi)等提出的用于描述人全身心地投入某种活动,不受周围环境其他因素影响,并达到一种极致愉悦的心理状态(Csikszentmihalyi et al., 2004)。“挑战”与“技能”的关系被认为是影响沉浸的主要因素,已有研究发现,只有同时面临高挑战与拥有高技能时,沉浸体验才有可能发生。还有研究者发现能够产生沉浸体验的游戏类型几乎都是第一人称或角色扮演类游戏(王辞晓等, 2017)。另外,沉浸体验的产生还需要学习者自由开放地参与到相应的活动中。总之,沉浸理论描述的是学习者参与活动的“沉浸”状态,能够为元宇宙支持下在线教育的学习活动、学习任务以及探究项目设计提供参考与方向,以提升在线教育中学习者的参与感和学习动机。

四、基于元宇宙的智能在线学习环境构建

当代学习环境正在转向智慧、非正式、整合、互动和创新。钦(Chin, 2011)指出智能学习环境需要支持学生个性化学习、终身学习和可持续发展,黄荣怀等(2012)认为智慧学习环境包括感知环境、记录过程、识别情景和联接社群等显著特征。新兴技术聚合赋能正引领智能学习环境由线下到线上,再到线下与线上深度融合的方向发展,元宇宙为探索智能在线学习环境提供了全新的视角。为此,笔者将从技术架构、系统结构、组成要素和培

养目标等方面尝试构建基于元宇宙的智能在线学习环境(如图1所示)。

1. 技术统摄: 元宇宙智能在线学习环境的构建基石

元宇宙顺应了第六次科技革命颠覆性、智能化、绿色化和国际化的发展理念(张学敏等, 2021),将“单技术—复合技术—富技术”(沈书生, 2018)的技术发展轨迹继续向前推进,通过统摄各种技术将表现出拟人性的新智能。综合来看,元宇宙主要依托的底层技术涵盖:

5G/6G 网络环境。元宇宙将借助5G/6G打造新一代通讯网络,彻底突破智能技术融合赋能的通信屏障。元宇宙网络融合云计算、泛在计算和边缘计算,架构形成新型的技术联通场域,推动“信息—物理—社会”的深度融合。元宇宙网络的发展指向“万物智联,数字孪生”(IMT-2030(6G)推进组, 2021),显现出智慧内生、安全内生、多域融合和算网一体的创新特征。基于元宇宙沉浸多感网络,将可实现沉浸式云扩展现实、全息通信、感官互联、智慧交互等事件的实时控制。

资源生产。元宇宙将借助人工智能技术,形成资源生态发展场域:首先,持续智能产生海量的挖掘内容,实现元宇宙资源的动态生长。其次,按需智能生成个性化学习资源,实现元宇宙资源的智适应动态推送。第三,资源智能审查全覆盖,实现元宇宙资源的安全与合法。

大数据处理。元宇宙将深入推进计算系统的智能化,架构符合Web3.0资源聚合配置的服务体

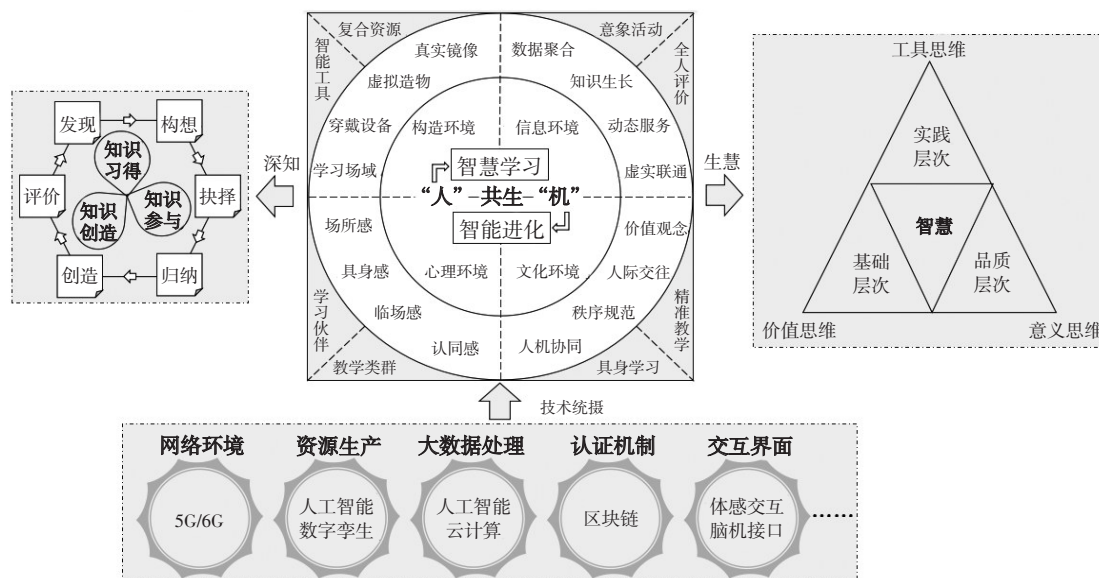


图1 元宇宙智能在线学习环境的构造模型

系。在智能技术的加持下,云计算将促进元宇宙在线教育系统硬件的智能虚拟化和软件的智能服务化改造,形成各子系统深度智能整合的新模态。通过云层的数据云、资源云和服务云,可实现元宇宙中数据上通下达的无缝转化衔接,生成元宇宙在线教育新的逻辑框架、体系结构与服务模式,实现可配置伸缩、多元资源融合共享和动态精准服务等。

认证机制。区块链具有去中心化、可追溯、不可篡改和去信任化等显著特征,将推动元宇宙世界生产关系的变革,从信息网络转向价值网络,形成同智能在线学习环境相匹配的认证生态系统。在资源建设方面,区块链技术有助于形成元宇宙在线资源存储、连接、交易、共享和管理的生态系统,实现资源的最优化流通与配置。在学习认证方面,区块链技术将有助于推进学分认证、学习成果认证和能力认证等,实现认证管理的智能、安全、高效和共认。

交互界面。元宇宙将超越图形界面交互阶段,真正转向基于现实的人机交互(Reality-Based Interaction, RBI)新阶段。从人机协同的体感交互视角,元宇宙在线学习交互将融合动作、触觉、眼动、手势和肌电等多通道方式,实现具身自然交互。从人机共生的脑机交互视角,元宇宙将通过脑机接口建立与人脑的直接关联,实现脑神经信号与外在表征建模的动态转化,塑造理想化的意念学习体验。

2. 系统结构:元宇宙智能在线学习环境的空间塑造

潘云鹤院士提出,人类生存空间已经扩展到三维空间,即物理空间、社会空间与信息空间(潘云鹤,2018)。根据保罗·米尔格拉姆(Paul Milgram)等人构建的真实环境与虚拟环境的连续体模型(Milgram et al., 1994),虚拟空间正在增强现实,甚至创造“现实”成为人的第二生存空间。元宇宙代表了空间连续的理想形态,升级甚至颠覆了人们对于传统环境结构的认知。从技术赋能的视角进行分析,元宇宙智能在线学习环境的系统结构包括:

第一,构造环境,即师生所处的感知共生场域。元宇宙构造环境既赋能现实,又超越虚拟,学习者可进行泛在、自由和富有成效的学习。其组成部分包括:真实镜像,即将现实物理学习环境进行三维全景采集,根据需要融入元宇宙环境中作为背景,实现真实再造;虚拟造物,即满足学习者的认知需求,塑造甚至创造学习对象,实现对学习对象

的深度宏观认知与微观体察;穿戴设备,即有助于增强学习者在元宇宙环境中的感知体验,实现沉浸式学习,设备形态将变得更加智能、灵活与贴合;学习场域,即学习事件展开的发生情境,将情境预设、动态建模与师生过程编辑相结合,可动态生成理想的学习场域。

第二,信息环境,即动态数据流通与资源服务环境。元宇宙不仅能智能供给资源,而且让学习者深处资源之中,达到资源服务与学习者认知的智能耦合。其组成部分包括:数据聚合,即将学习者的历史数据与动态的行为、生理、心理和认知等数据进行有机整合,及时反馈给系统、教师与学习者自身,以动态优化教学过程;知识生长,即建立智能化的知识资源库,形成原生资源、动态资源与再生资源的知识流转循环,实现知识的动态更新;动态服务,即打通知识呈现、场景表现、路径优化与智能推送的边界,以降低认知负荷,实现“所思有所得”;虚实联通,即实现元宇宙中的信息与现实世界的信息无缝对接。

第三,心理环境,即师生动态性与持续性的主观整体感受。元宇宙能满足学习者的整体性心理需求,为其身心创造了全新的安放之所。其组成部分包括:场所感,即元宇宙能创造让学习者产生身份认同、功能依赖和情感依恋的学习居所感受;具身感,即通过身体参与运动、相称姿态动作和感知增强等沉浸式交互,可产生环境、认知和身体高度融合的在场体验;临场感,即通过创设良好的自主探究、合作探索和意义整合的环境,可促进学习者情感表达、开放沟通和团结协同的感受;认同感,即学习者拥有对所处环境和自身有价值或有用的评估,能让学习者产生较高的心理认同和规则认同。

第四,文化环境,即师生共同的外在行为遵循与内在价值认同。元宇宙将重塑环境与人的关系,形成多元、和谐、开放和生成的文化场域。其组成部分包括:人机协同,即将人类智能与机器智能进行有效融合产生“协同智能”(蔡连玉等,2021),元宇宙中的智能技术广泛参与到目标制定、内容生成、过程规划和结果评估之中,可形成人一技互为主体的学习生态;秩序规范,即在元宇宙所形成的社会准则影响下,重新建构学习环境的运行准则;人际交往,即在元宇宙富媒体学习环境中,所形成的自由、平等、公正的人际关系;价值观念,即对元宇宙学习环境中的自我、行为、规则、品德等的综合认知。

3.组成要素:元宇宙智能在线学习环境的核心表征

关于学习环境的构成要素,布伦特·威尔逊(Brent Wilson)提出资源、工具和人际关系的“三要素说”(Wilson, 1995),大卫·乔纳森(David Jonassen)等在此基础上增加了问题空间、社会性支持和案例等要素(Jonassen et al., 2012),黄荣怀等则将学习环境的构成归纳为资源、工具、学习社群、教学社群、教学方式和学习方式6个要素(黄荣怀等, 2012)。元宇宙智能在线学习环境将重新塑造、深度聚合原有要素,聚焦学习者中心、知识中心、评价中心和共同体中心等多种视点,从而形成自身独特的构成要素群。具体来看,主要包括以下8个部分:

复合资源。资源结构具有场域特征,融合情境、内容与活动进行综合建构;资源表现具有多模态性,同一资源具有多种呈现形式,能够满足不同的学习需求;资源生成具有动态性,包括内容聚合与场景建模;资源体验具有多视角性,包括第一人称视角的亲身经历,以及第三人称视角的观察学习等。

智能工具。产生身体操纵感,通过可穿戴设备可产生真实触感;能够及时反馈,对于作用效果能进行可视化动态呈现;可选多种形式,允许个性化选择场景学习工具;高效舒适体验,能够智能化满足学习需求实现“人体的延伸”。

意象活动。创意活动情境,师生既可利用情境库中的场景,也可进行组合创造;编辑活动过程,师生可根据活动需要改变情境布局,将个体空间活动与共同体活动有机结合;反馈活动成效,可对整体活动进行深度数据挖掘和分析,为个体和共同体提供可视化的分析报告等。

全人评价。个体的成长性评价,既可持续进行形成性与总结性评价,又可将数据即时汇入历史数据以综合评估个体成长状况;群体的发展性评价,对基于新型人机和人际关系形成的教学共同体进行动态追踪,有效监控、评估其整体性发展成效等。

精准教学。基于环境智能对学习者个体的适应性反馈,包括学习行为适应、学习路径引导、学习过程干预和学习资源推送等;教师对学生群体的最优化干预,基于大数据分析,教师可不断优化改进教学设计、教学辅导和教学决策,实现精准化的教学供给等。

具身学习。多感知交互,可调动身体的多种感官,融合邻近、泛在、多模态、可植入等多种交互

类型(王辞晓, 2018),实现技术增强且近乎自然的交互;多通道交互,可通过语音、动作、眼动、手势等不同方式达成行为目标;“亲历性”交互,“亲身经历”学习事件发生“现场”,既能代入真实,又能规避风险。

学习伙伴。元宇宙中的“人际”关系将超越现实束缚,形成更为紧密的伙伴关系。主要类型包括:虚拟伙伴,即由智能技术塑造的虚拟影像,学习者可自由更换其外形;化身伙伴,即其他学习者的虚拟化身,学习者也可对其外形进行一定程度的编辑;全息伙伴,即其他学习者的真实镜像。元宇宙将塑造更多的伙伴类型,形成多样的伙伴关系。

教学类群。教师也可塑造与学习者相同的存在类型。主要包括:虚拟教师,即由智能技术合成的具有真人外表的虚拟影像,可以根据教学情境需要进行自由“变身”;化身教师,即教师以化身的形式展开教学;全息教师,即教师以真实镜像展开教学。

4.培养目标:元宇宙智能在线学习环境旨在促进学习者深知生慧

元宇宙智能在线学习环境消除了传统网络在线教学时空分离的障碍,实现了时空再融合,产生了超越时空距离的新型“共在”形式。同时,它又打破了传统课堂教学时空禁锢的藩篱,扭转了课堂中师生地位天然“失衡”的状态。这将从根本上变革传统的教学结构,形成优于传统网络教学与课堂教学的新型教学组织形式。因此,元宇宙在线教学不仅能达成传统的教学目标,而且能深入挖掘学习者的潜能,促进学习者的智慧生成,从而适应新时代对于智慧型人才的新需求。

第一,深知。学生者处于知识情境之中,能具身体验完整的知识学习过程。具体阶段包括:发现,即在构造情境中识别问题背景、甄别问题类别,找寻解决方法和路径;构想,即利用复合资源和智能工具进行试验探索,形成多种备选的方案;抉择,即在智能评估工具的帮助下,对于多种方案进行比较、选择和实施,选择最优解决方案;归纳,即对学习过程、知识获得和使用方法进行反思总结;创造,即自身创设多元情境,探索问题的更优化解决方案;评价,即将过程智能评价分析与自身反思性评价相结合,形成完整的评价结果。在知识学习过程中,元宇宙智能在线学习环境有助于学习者更加高效地完成事实性知识的习得,参与多种情境的学习活动,进行深度的知识创造。由此,

从知识生成与发展的视角来看,元宇宙智能在线学习环境有助于知识外显化、内隐化、组合化和国际化的知识流通场域构建(Nonaka et al., 1995),并形成显性知识与隐性知识相互转化的知识发展螺旋。

第二,生慧。学习者在完成对知识深度学习的同时,将转向更为高阶的“智慧成长”(曹培杰, 2018)。从智慧的内涵来看,智慧在构成上可以解构为三个要素(杨鑫等, 2020):面向学生认识的思维工具,即学生问题解决、规律探索和新知创造的求真思维;面向人际关系的价值思维,即学生社会认知、生活交往及集体意识的求善思维;面向自我认知的意义思维,即对于生命乐观认知、积极体验的求美思维。元宇宙学习环境中人之慧与技之智融合赋能,共同培育生成学生的智慧结构(王星等, 2021):基础层次,即符合人工智能时代需求的共性素质,涵盖信息素养和人文素养的素养智慧,以及通过解构材料、匹配活动和塑造模式展现的思维智慧;实践层次,即指向学习者外在的智慧行为,包括由形成规范、自制情意和合理抉择构成的学习智慧,以及由建构知识、提炼范式和融合创新构成的学科智慧;品质层次,即妥善处理好主我—客我、人—我和物—我关系的道德智慧。

五、元宇宙变革在线教育的关键领域

基于元宇宙的在线教育将进入体验化学习和沉浸式交互的创新发展阶段。这将打破以二维网络技术主导的在线教育发展瓶颈,形成视觉沉浸与人工智能无缝交融的理想空间形态,实现人的认识世界与虚实共生的感知世界的再融合。因此,在技术融合发展、商业创新驱动和学习创造体验的交叉赋能和螺旋发展进程中,在线教育将迎来转段升级的创新奇点,实现发展形态的实然跃升。

1. 元宇宙在线课程资源

元宇宙将聚合多元技术形态,形成虚实融合的沉浸式视觉在线课程新形态。元宇宙在线课程资源具有以下特征:一是课程内容的精细解剖,即将学习对象进行案例具象,通过对其进行旋转、缩放、拆分等具身操作或情境化展示,探寻概念暗含的内在逻辑;二是课程架构的灵活组合,学习者既可在原有课程设定序列中学习,也可个性化订制场景序列组合,还可加入自制场景进行课程再造;三是课程升级的共同塑造,即通过完整记录师生的学习历程,把教与学留下的数据进行深度挖掘与分析,以

动态反馈于课程资源的优化更新。

从体验的主体参与程度来看,课程资源的类别可以划分为如下三类:

其一,基于旁观者视角的“他者”课程。学习者以第三人称方式,通过“漫游”的形式进行体验学习。该种课程以电脑、平板或智能手机等显示设备为终端,既可以是平面显示形式,也可以是加入增强现实或增强虚拟设备后的立体显示形式。该类课程内容、学习路径、交互方式等被预先设定,学习者以有限的操作权限和有限的沉浸感知开展学习。

其二,基于学习者视角的“主体”课程。学习者以第一人称方式,通过“沉浸”的形式进行体验学习。该种课程以可穿戴虚拟现实设备为基础,学习者的感官沉浸程度与穿戴设备的丰富和契合程度有关。该类课程虽然也经过预先设定,但是学习者具有更多的操作自主权。伴随学习者感官真实反馈程度的加深,该类课程将逐渐成为元宇宙课程的主要表现形式。

其三,基于“超越者”视角的“真实”课程。学习者以“第二人生”的方式,通过“再造生命”的形式进行体验学习。该种课程以计算能力的飞跃发展为基础,以脑机接口技术为依托,以神经传输的可连接、可计算和可解释的实现为标志。学习者完全“生存”其中,虚实融合场景具有理解智能,能够根据学习者思想的变化而动态建模,真正实现“所思即所得”。

2. 元宇宙在线教学方式

教学的灵活化、在线化和终身化是未来教育的新常态。罗德·吉钦斯(Rod Githens)认为增强人际互动以消弭时空阻碍是提高在线教学成效的关键(Githens, 2010)。尽管在线同步视频教学已经步入常态化,但是二维网络技术尚无法真正实现人际再融合,主要表现在“技术在场”掩盖学习规避、技术误用致使价值湮没、交互迷失导致情感缺失和技术“集置”产生教学异化(刘敏等, 2021)。可见,目前在线教学在交互、情感、质量、主动性等方面尚难以取得实质性发展。而元宇宙在线教学为解决上述难题提供了可能途径。

从元宇宙在线教学的应用场域来看,主要可以划分为如下三种类型:

其一,社会化在线教学。基于分布式虚拟现实,学习者可以选择大型的虚拟学习社区或者虚拟课程平台进行注册学习。身处异地的不同终端学习

者通过化身可共享相同的虚拟学习空间;还可根据元宇宙中的社交规则,进行资源共享、合作互动和具身体验等活动。学习者可以穿梭于不同的学习场景,开展自主学习、探究式学习、合作学习和创造性学习等,学习者还可与其他化身、虚拟人等进行多元互动。教师可以通过教师类群组织讲授、展示与分享等活动,设置灵活的教学模式,按需切换教学发生的场景,根据精准反馈信息进行教学干预。这种教学方式将消除教与学的界限,使得师生共同在境脉体验学习中重建社会关系。

其二,融课堂在线教学。元宇宙在线教学将真正打破传统课堂教学的封闭状态,使课上教学与课下学习真正融合起来。教师类群将同时面对本地课堂学生与异地终端学生,教师在本地仍采取自然的授课方式,而异地学生主要有两种参与方式:一是对授课教室进行虚实融合化处理纳入元宇宙在线教学系统,让异地非注册学习者通过化身形式参与课堂学习;二是对于注册的学习者,通过全息投影等技术将影像显示在本地教室中,或者显示在教师控制屏幕中,让学习者参与真实的课程互动。如此真实课堂将被彻底开放,学校的教学受益面将被最大化。

其三,实验化在线教学。元宇宙在线实验教学将超越真实,再现“真实”情境,展现反应现象,进行过程记录和规避潜在风险。从实际需求来看,主要包括三类:一是流程体验类,该类实验主要面向特定的服务行业,在制作过程中需要精准满足流程中的规则要求,让学习者切身感受到“实景实情”。二是仿真操作类,该类实验需要通过准确的操作产生对应的反馈,反馈可以是文字、实验结果或现象等,关键在于反馈的科学性。三是终端实体操作类,该类实验以虚拟对象作为中介而操作真实对象,既能获得真实实验结果,也规避了潜在的实验风险,关键在于操作过程感知要尽量与实际操作相吻合。

3. 元宇宙在线学习支持服务

学习支持服务是在线教育的核心要素,对于提高学习质量、降低辍学率具有重要作用。基于新兴技术的创新服务发展方兴未艾,然而目前大众对在线学习支持服务的满意度并不高(方旭等,2016),元宇宙通过构造在线教育的“微世界”,可实现对学习支持服务体系的科学构建。首先,数据驱动,元宇宙在线教学系统将实现覆盖全域的数据整合闭环,以优化动态服务决策。其次,智能辅助,元宇

宙在线教学系统能够智能识别教与学的过程需求,将支持服务自然融入到教与学的过程之中。再次,贯穿过程,元宇宙在线教学系统提供的支持服务将覆盖学习、生活、工作等方方面面。最后,综合服务,元宇宙在线教学系统将发挥瞬时服务的多线程特征,实现支持服务的教、学、管、评于一体,使多类型支持服务形成聚合之力,发挥最佳之效。

从支持服务的类别来看,主要可以划分为如下三种类型:

一是基于虚拟助理的学习“全视角”支持服务。元宇宙中的虚拟助理拥有丰富的外在形象,学习者可以根据个人喜好进行选择。有研究表明,虚拟人通过表情变化、肢体互动具有更强的吸引力,能够有效激发学习动机,减认知负荷,增强学习效能感(Elliott et al., 1998)。基于虚拟助理的在线学习支持服务涵盖:资源推送服务,即依据学习者兴趣、学习内容、知识情境、社交网络等进行动态场景化推送;教学互动服务,即通过开发虚拟助理可为学习引导提供服务(Almajano et al., 2014);情绪调节服务,即通过情绪识别和情绪调节来激发学习者的积极情感等。

二是基于人机协同的教学“智慧型”支持服务。元宇宙智能环境具有“外在之智”的特征,对于教师与教学过程能实现“人性化”理解。首先,在课前阶段,可根据教师需求提供智能化的教学设计方案和配套资源,教师只需进行简便操作就能达到修正优化的目标。其次,在课中阶段,可综合动态分析学生个体与班级群体状况,提供科学的教学决策与干预策略,并同教师一起完成“双师”协同教学。第三,在课后阶段,可进行智能化的作业评判,实现动态性作业反馈与综合分析,并且辅助教师完成教学反思,助力其信息素养和专业技能提升。

三是基于流程再造的管理“一站式”支持服务。元宇宙在线教育将建成统一的数据中台系统,实现多模态数据的生态化共生,使各个管理子系统的决策实施更加科学化、智能化。首先,全面提升单个管理服务事项成效,应尽量压缩办理环节,开展个性化办理服务,并且跟踪事项办理的全过程。其次,智能整合多个管理关联事项,应实现底层智能联通,根据某一事项变更情况动态更新关联事项数据,并且对办理路径给以智能引导。最后,根据管理事项变更及技术发展情况,对管理事项实施流程进行动态优化,并对关联事项进行动态调整。

4. 元宇宙在线教育认证机制

在线教育认证的发展正在提高线上学习的含金量,正如雷德·霍夫曼(Reid Hoffman)所言,“未来将可以用一纸文凭记录在不同机构中的正式、非正式学习经历,以及具体的学习数据和获得的能力。”(Hoffman, 2016)元宇宙在线教育将在原有认证体系基础上,整合大数据、人工智能与区块链等技术,形成在线教育认证新生态。元宇宙在线教育认证机制重构了教育新生态的发展之基,将从宏观上使全社会再次共享教育发展红利,中观上优化公共教育资源配置,微观上实现人人充分发展的全纳教育。从个体发展的视角,其主要涵盖以下三个层面:

一是基于“身份认证”实现个体社会存在。学习者在元宇宙中拥有唯一的身份标识,这一身份标识在建构的初始阶段需要合理映射现实身份,既要反映现实身份的主体层面,便于与现实身份衔接,又要体现虚拟身份的再造性,预留发展空间。此外,学习者基于自身发展的“身份”参与到更加契合的“学习圈”,进行富有成效的正式与非正式学习,可以显著提升在线知识学习的效果(Iriberri et al., 2009),此时,学习者不仅有外在体验的存在之实,又有内在认同的存在之感。

二是基于“成长认证”实现个体社会发展。学习者在元宇宙中经历教育成长,元宇宙则能忠实记录学习者的学习历程,并进行社会化转化。一方面,元宇宙能终身记录学习者的学习轨迹,并进行分门别类的动态整理分析,而且与学习者唯一配属实现确权。另一方面,学习者的学习数据可全过程追溯,有效保护学习者的学习成果和知识产权。此外,构建成果认证体系有助于对学习者的正式与非正式学习成果进行认证,并在必要的情况下实现与现实认证的有效衔接或互认。

三是基于“标准认证”实现个体社会建构。元宇宙不仅只在提供环境,而且还直接指向教育目标的达成,且能实现有机的社会性运转,真正赋能构建人类生存的“第二空间”。一方面,需要建立元宇宙在线教育内部各子系统的关联标准,使各子系统能够互通有无,形成相互融合的发展生态。另一方面,应制定在线教育与元宇宙社会其他系统间的关联标准,使在线教育成果及时为社会发展赋能。此外,应共同面对真实社会和未来元宇宙社会,形成面向未来公民的真实与虚拟的内在平衡标准,重塑正确的世界观、人生观和价值观,发挥好在线教

育在两个社会协同发展中所起到的重要调和作用。

六、基于元宇宙的在线教育未来布局

元宇宙正在对在线教育发展产生革命性影响,我们正身处其中并将经历这一变化。视觉沉浸技术将超越数学推理和科学实验的认知局限,发展成为人类认识自然规律的第三类基本方法。元宇宙聚合了人类外化智能的各个技术领域,代表了视觉沉浸发展的高阶形态。元宇宙对在线教育的重塑是突破性的,将成为智能时代教育转段升级的创新奇点。基于元宇宙的在线教育发展具有前瞻性和紧迫性,需要超前布局,可重点关注以下探索:

1. 加快推进新基建: 构筑元宇宙在线教育的发展基础

新基建是新一代信息技术发挥效能的基础和关键,我国教育新基建的主要目标是“到2025年,基本形成结构优化、集约高效、安全可靠的教育新型基础设施体系”(教育部等六部门,2021)。教育新基建的主要方向涵盖信息网络、数字资源、平台体系、可信安全、创新应用和智慧校园等,具有泛联、智能、融合、韧性、绿色、生态和治理等特征(祝智庭等,2021)。基于元宇宙的在线教育新基建需要进行顶层设计和科学布局:首先,示范引领,优先在智慧教育示范区进行试点建设,并且进行典型案例实践示范,形成引领发展的建设效应。其次,研发推进,充分发挥产、学、研的协同效能,集中高校工程中心及企业研发优势,打造多元的元宇宙在线教育产品。第三,政策保障,制定推动教育新基建发展的系列政策文件,并引导在在线教育领域先试先行。

2. 建构研究新框架: 形成元宇宙在线教育的发展动能

元宇宙对在线教育的塑造是系统性的,不仅体现在智能环境的构建、表现形态的创新以及运作流程的再造,更为根本的是推动理论框架的创新。理论框架的创新将会促进元宇宙在线教育的可持续发展。首先,研究新型的学习理论,广泛吸取行为主义、认知主义、建构主义和联通主义等学习理论的研究成果,研究以具身认知为内核的境脉学习新理论,聚焦学习者的内部变化过程。其次,研究新型的教学理论,探索“以教为中心”“以学为中心”和“主导—主体”理论在元宇宙中的实现形式,不断尝试具身空间创新教学理论建构。第三,创新研

究方法,推动以大数据为基础的研究范式转型,注重对学习过程数据、生物性数据的科学治理,开展多模态整合研究和基于证据的教育科学研究。第四,树立人才发展新观念,即培养适应新时代的智慧型人才。

3.探索伦理新观念:厘清元宇宙在线教育的发展逻辑

教育伦理具有发展的永恒性,又具有鲜明的时代特征。元宇宙中的人以多元表征的形式存在,既可以是全息影像,也可以是化身,还可以是具有外化特征的智能“虚拟人”。因此,元宇宙在线教育环境中的伦理问题可以归结为:人与物、人与“人”、人与“虚拟我”、“虚拟人”与“虚拟人”的关系问题。具体来看,从环境智能的视角涵盖:一是涉及数据伦理问题,因此要做到数据采集全面、透明,数据存储安全、可控,数据应用确权、科学;二是关于算法伦理问题,人工智能需要科学介入、准确介入和有效介入。从人与“人”关系伦理的视角涵盖:一是教师与“虚拟人”协同问题,即教师需要合理利用虚拟智能,不能过度依赖“虚拟人”而丧失主体地位;二是学习者本我与“虚拟我”的角色更替问题,即需要学习者正确看待、开放悦纳与有效驾驭重塑自我。

参考文献:

- [1][智]F.瓦雷拉,[加]E.汤普森,[美]E.罗施(2010).具身心智:认知科学和人类经验[M].李恒威,李恒熙,王球等.杭州:浙江大学出版社:139.
- [2]IMT-2030(6G)推进组(2021).6G网络架构愿景与关键技术展望白皮书[EB/OL].[2021-10-29].<https://mp.weixin.qq.com/s/NibbtOaN83iky7H4SDYvvQ>.
- [3]蔡连玉,刘家玲,周跃良(2021).人机协同化与学生发展核心素养——基于社会智能三维模型的分析[J].开放教育研究,27(1):24-31.
- [4]曹培杰(2018).智慧教育:人工智能时代的教育变革[J].教育研究,39(8):121-128.
- [5]陈锦昌,刘菲,陈亮等(2016).基于分布式认知理论的移动学习游戏设计原则研究[J].电化教育研究,37(11):60-66.
- [6]方旭,崔向平,杨改学(2016).慕课学习支持服务满意度研究——基于结构方程模型的视角[J].开放教育研究,22(5):76-85.
- [7]郭文革(2020).在线教育研究的真问题究竟是什么——“苏格拉底陷阱”及其超越[J].教育研究,41(9):146-155.
- [8]黄荣怀,杨俊峰,胡永斌(2012).从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势[J].开放教育研究,18(1):75-84.
- [9]教育部等六部门(2021).关于推进教育新型基础设施

建设构建高质量教育支撑体系的指导意见[EB/OL].[2021-10-29].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202107/t20210720_545783.html.

[10]刘革平,王星(2020).虚拟现实重塑在线教育:学习资源、教学组织与系统平台[J].中国电化教育,(11):87-96.

[11]刘敏,胡凡刚(2021).遮蔽、破局与解蔽:在线教学的分析与思考[J].现代教育技术,31(3):28-33.

[12]潘云鹤(2018).人工智能2.0与教育的发展[J].中国远程教育,(5):5-8.

[13]清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心(2021).《2020—2021年元宇宙发展研究报告》[EB/OL].[2021-10-29].
<https://xw.qq.com/partner/vivoscreen/20210920A0095N/20210920A0095N00?isNews=1>.

[14]沈书生(2018).学习空间的变迁与学习范式的转型[J].电化教育研究,39(8):59-63,84.

[15]王晨光(2021).从元宇宙看未来生态之变[N].中国石化报,2021-09-26(004).

[16]王辞晓(2018).具身认知的理论落地:技术支持下的情境交互[J].电化教育研究,39(7):20-26.

[17]王辞晓,李贺,尚俊杰(2017).基于虚拟现实和增强现实的教育游戏应用及发展前景[J].中国电化教育,(8):99-107.

[18]王星,刘革平,农李巧等(2021).智慧课堂赋能学生智慧的培育机制:内在机理、结构要素与联通路径[J].电化教育研究,42(8):26-34.

[19]文书锋,孙道金(2017).远程学习者学习参与度及其提升策略研究——以中国人民大学网络教育为例[J].中国电化教育,(9):39-46.

[20]杨鑫,解月光,苟睿等(2020).智慧课堂模型构建的实证研究[J].中国电化教育,(9):50-57.

[21]张学敏,柴然(2021).第六次科技革命影响下的教育变革[J].东北师大学报(哲学社会科学版),(2):117-127.

[22]祝智庭,许秋璇,吴永和(2021).教育信息化新基建标准需求与行动建议[J].中国远程教育,(10):1-11,76.

[23]左鹏飞(2021).最近大火的元宇宙到底是什么?[N].科技日报,2021-09-13(006).

[24]Almajano, P., Lopez-Sanchez, M., & Rodriguez, I. et al. (2014). Assistant Agents to Advice Users in Hybrid Structured 3D Virtual Environments[J]. Computer Animation and Virtual Worlds, 25(3-4):497-506.

[25]Carrillo, C., & Flores, M. A. (2020). COVID-19 and Teacher Education: A Literature Review of Online Teaching and Learning Practices[J]. European Journal of Teacher Education, 43(4):466-487.

[26]Chin, K. W. (2011). Smart Learning Environment Model for Secondary Schools in Malaysia: An Overview[EB/OL].[2021-10-29]. <http://www.apdip.net/projects/seminars/it-policy/cn/resources/kangwaichin/smartlearning-mimos.ppt>.

[27]Chuah, J., Zhang, J. J., & Johnson, T. R. (1999).

Distributed Cognition of a Navigational Instrument Display Task [C]// Hahn, M., & Stoness, S. C. (Eds.). Proceedings of the Twenty First Annual Conference of the Cognitive Science Society. Mahwah, NJ: Lawrence-Erlbaum Associates:789.

[28]Cole, M., & Engestrom, Y. (1993). Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations[M]. USA: Cambridge University Press:2-35.

[29]Csikszentmihalyi, M., Kolo, C., & Baur, T. (2004). Flow: The Psychology of Optimal Experience[J]. Australian Occupational Therapy Journal, 51(1):3-12.

[30]Dionisio, J. D. N., Burns III, W. G., & Gilbert, R. (2013). 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities[J]. ACM Computing Surveys, 45(3):1-38.

[31]Elliott, C., & Brzezinski, J. (1998). Autonomous Agents as Synthetic Characters[J]. AI Magazine, 19(2):13-30.

[32]Githens, R. P. (2010). Understanding Interpersonal Interaction in an Online Professional Development Course[J]. Human Resource Development Quarterly, 18(2):253-274.

[33]Hoffman, R. (2016). Disrupting the Diploma[DB/OL]. [2021-10-29]. <http://reidhoffman.org/disrupting-the-diploma/>.

[34]Iriberri, A., & Leroy, G. (2009). A Life-Cycle Perspective on Online Community Success[J]. ACM Computing Surveys, 41(2):1-29.

[35]Jonassen, D. H., & Land, S. M. (2012). Theoretical Foundations of Learning Environments (2nd ed.) [M]. New York: Routledge:1.

[36]Linden(2020). Second Life[EB/OL]. [2020-10-29]. <https://secondlife.com/>.

[37]Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays[J]. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12):1321-1329.

[38]Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company[M]. USA: Oxford University Press:98.

[39]UNESCO (2021). Startling Digital Divides in Distance Learning Emerge[EB/OL]. [2021-10-29]. <https://en.unesco.org/news/startling-digital-divides-distance-learning-emerge>.

[40]Violante, M. G., & Vezzetti, E. (2015). Design of Web-Based Interactive 3D Concept Maps: A Preliminary Study for an Engineering Drawing Course[J]. Computer Applications in Engineering Education, 23(3):403-411.

[41]Wilson, B. G. (1995). Metaphors for Instruction: Why We Talk about Learning Environments[J]. Educational Technology, 35(5):25-30.

收稿日期 2021-11-04 责任编辑 刘选

From Virtual Reality to Metaverse: A New Direction of Online Education

LIU Geping, WANG Xing, GAO Nan, HU Hanlin

Abstract: The Metaverse whose essence is an online digital space paralleling to the real world represents the latest stage of the development of visual immersion technology, and it is becoming a practical field for the innovation and development of human society. The technological evolution of metaverse development has experienced four stages, including desktop virtual reality, immersive virtual reality, extended reality and Metaverse. Beyond the barrier of time and space separation, the Metaverse will reshape the new form of time and space “coexistence” of online education and generate a Metaverse intelligent online learning environment. In terms of technical architecture, the intelligent online learning environment involves 5G/6G network environment, resource production, big data processing, authentication mechanism and interactive interface, includes structural environment, information environment, psychological environment and cultural environment in terms of system structure, contains composite resources, intelligent tools, image activities, whole person evaluation, precision teaching, specific learning, learning partners and teaching groups in terms of constituent elements, and emphasizes the promotion of learners’ deep understanding of wisdom in terms of training objectives. The Metaverse will deeply reshape the curriculum resources, teaching methods, learning support services and certification mechanism of online education. In the future, the Metaverse will become an innovative singularity for the transformation and upgrading of online education in the era of artificial intelligence, and it is necessary to advance the layout of Metaverse online education by accelerating new infrastructure to build its development foundation, constructing a new research framework to form kinetic energy for development, and exploring new ethical concepts to clarify its development logic.

Keywords: Metaverse; Online Education; Virtual Reality; Intelligent Learning Environment