

教育元宇宙的教学场域架构、关键技术与实验研究

□华子荀 黄慕雄

摘要:元宇宙是根据物理世界的样态而由人类创造的数字世界。元宇宙作为一个新兴概念,是建立在5G、虚拟现实等技术基础上而逐渐成型的。技术的发展成熟为创建教育元宇宙(Edu-Metaverse)提供了便利条件,也有助于元宇宙与教育实践的深度融合。教育元宇宙最突出的优势是能够为教师和学习者提供一种沉浸式的教学互动场域,同步满足师生在物理世界和虚拟世界中的教与学需求。这里的虚拟世界并不是对物理世界的简单复制后所形成的“平行宇宙”,还包括对物理世界的再开发。教育元宇宙的教学探索需要首先明确其场域架构及其支撑技术。研究组建构的教育元宇宙教学场域包括物理层、软件层、应用层、分析层四层架构,贯通四层架构的关键设备与技术包括5G网络、VR沉浸设备及其对应的软件系统、高性能计算机及其相应的元宇宙系统、生物数据采集设备及其数据分析算法等。为探究其在教学中的应用,通过创设“图书馆”“校园”“教室”三类教育元宇宙场景,分别对应序列型指引、综合型探究和众创建构三种学习活动,实验实施后的数据分析表明,教育元宇宙能够促进学习者交互感、沉浸感和认知的提高,且随着三种学习活动的递进开展,学习者的认知投入表现出由“中认知投入”向“高认知投入”跃升的趋势。

关键词:教育元宇宙;教学场域;关键技术;实验研究

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-5195(2021)06-0023-09 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2021.06.003

基金项目:广东省2021年哲学社会科学规划青年项目“情绪认知模型框架下虚拟现实技术对学生认知发展机制研究”(GD21YJY05);广东省教育厅重点科研平台“智能教育重点实验室”(2020WSYS002)。

作者简介:华子荀,博士,讲师,广东第二师范学院教师教育学院(广东广州 510303);黄慕雄,教授,博士生导师,广东第二师范学院副校长(广东广州 510303)。

一、研究背景

聚焦教育领域,元宇宙是整合人工智能、虚拟现实、区块链等技术,为学习者提供虚拟学习场域的关键趋势。2017年,国务院颁布《新一代人工智能发展规划》,提出要“建立以学习者为中心的教育环境,提供精准推送的教育服务,实现日常教育和终身教育的定制化”,指明了开展跨媒体分析推理、群体智能、混合增强智能与虚拟现实智能建模的技术实践方向(马涛等,2019),这种实践有利于将学习者、物理世界、智能机器与数字信息世界统一起来,构建赋能人类发展的四元空间,推进学习革命(沈阳等,2020)。虽然元宇宙尚未被教育研究者广泛关注,但是它的底层技术已经为学者们所探讨并取得了诸多成果。例如,教育人工智能(Educational Artificial Intelligence, EAI)通过机器

学习、深度学习、智能代理、情感计算等关键技术(闫志明等,2017),开拓了教学过程中的智能导师、智能测评、数据挖掘等研究领域;脑科学与教育神经科学的研究,使得技术与人脑产生联系,并通过两者交互实现机器对人脑神经功能的塑造(周加仙等,2017);生物识别传感器在教学过程的融入,使得研究者能获得多种模态数据(周进等,2021),进而实现技术对人类感觉、知觉以及认知的相关表征;数字孪生也为教育虚实一体化提供了资源样态,支撑云端、远端、身边的孪生体相互交融(杨现民等,2021)。在最关键的临场感营造上,已经有研究者开展对VR教学效果的研究,通过实验验证VR技术对学生学习参与、教学效率和学习效果的促进作用(华子荀等,2021),同时也为学生营造具有临场感的虚拟环境提供了相关借鉴。总之,多样化的技术融入教学,已经使得教育领域具备构建元

宇宙的相关条件,因而也有必要整合多种相关技术探讨面向教育的元宇宙架构。

二、元宇宙的概念与教育属性

1. 元宇宙的概念与特征

元宇宙 (Metaverse) 的概念最初来源于 1992 年科幻作家尼尔·斯蒂芬森 (Neal Stephenson) 的《雪崩》一书。该书描述了一个与现实世界相平行的虚拟世界样态。该虚拟世界即是元宇宙,在元宇宙中所有虚拟人都能够在现实世界中找到其人类本体 (Jää-Aro et al., 2001)。英文 “Metaverse” 中, “Meta” 译为 “元”, “verse” 为 “Universe” (宇宙) 的词根, “元宇宙” 就是二者组合在一起直译而得。随着技术的进步, 元宇宙的概念逐渐从虚幻变为了现实。人们对于元宇宙的定义各不相同。未来学家卢克·沙布罗 (Luke Shabro) 认为, 元宇宙是一个模糊的、数字混合的现实, 具有不可替代和无限的项目和角色, 不受传统物理的限制和约束 (Hackl, 2021)。罗布乐思公司首席执行官大卫·巴斯祖奇 (Dave Baszucki) 认为, 元宇宙是一个将所有人相互关联起来的 3D 虚拟世界, 人们在元宇宙中拥有自己的数字身份, 可以在这个世界里尽情互动, 并创造任何他们想要的东西 (Hackl, 2021)。但大多数人认为元宇宙就是一个庞大的虚拟世界, 甚至是我们现实世界的数字化, 它拥有自己的生产活动和交流活动, 跨越物理和虚拟世界将两者融合在一起, 并在未来向所有人开放 (Collins, 2021)。同时, 元宇宙也可视为一种由线上、线下很多平台打通所组成的新的经济、社会和文明系统 (喻国明, 2021)。简言之, **元宇宙就是现实世界与虚拟世界的融合 (Duan et al., 2021), 并以两种空间的相关技术作为支撑, 实现虚实世界的联结。**

元宇宙最初的雏形是在由 2D 向 3D 技术转化时代所形成的虚拟网络世界 (Nikolaidis, 2007), 因此, 元宇宙最初的模型带有虚拟世界的特点。有学者提出虚拟世界的真实沉浸感具有四种技术特征, 即视听性 (Audio-Visual)、交互性 (Interactivity)、持久性 (Persistent) 和沉浸性 (Immersive) (Gilbert et al., 2011)。具体来说, 就是使用者能够在虚拟世界中通过视觉、听觉调动其感知, 并且能够与其他用户进行交互, 最后通过多感知设备的融入, 让使用者产生较强的临场感。在不同的媒体表现形式上, 已经出现了诸多具有这四类特征的元宇宙雏

形 (Dionisio et al., 2013), 它们在不同层面上为元宇宙的建构提供了创新性的尝试 (见表 1)。

表 1 具有元宇宙特征的相关概念与技术

时间	概念/技术	表达形式	重要变革
1979	MUDs and MUSHes	文本	首次以文字的方式, 为多用户提供实时的虚拟互动世界
1981	True Names	概念	首次提出网络空间或称赛博空间 (Cyberspace) 的构建形态
1986	Habitat for Commodore 64	2D 图形	首次利用 2D 图形为使用者创建 Avatar 虚拟身份
1992	雪崩 (Snow Crash)	概念	首次提出 “元宇宙” 的概念, 并对存在于元宇宙中的数字身份命名为 “阿凡达” (Avatar)
1994	Web World	2.5D 图形	首次利用 2.5D 图形 (无透视三维技术) 创造虚拟世界, 使用者可以在虚拟世界中聊天和旅行
1995	Worlds Inc.	3D 三维建模	首次公开使用三维虚拟用户环境, 该环境是开放式社交空间, 包含文化传播与人类行为交互的非游戏的虚拟世界
2003	第二人生 (Second Life)	互联网	全球最为流行的虚拟世界游戏, 较好地整合了人物编辑、三维空间设计、虚拟经济等特征
2009	Open Simulator	多客户端	全球首个开源的多客户端、多协议访问 3D 虚拟世界服务器, 它为元宇宙的构建提供了分布式配置的解决方案
2009 至今	我的世界 (Minecraft)	自创世界	世界最大的多人在线创作游戏, 允许用户利用环境提供的温度、天气、生物群、建筑等模块自创世界, 配有用于课堂教学的教育版本
2006 至今	罗布乐思 (Roblox)	元宇宙、VR、自创内容	首次以元宇宙概念公开募股, 允许用户进行 3D 与 VR 建构, 并允许用户自行设计互动活动, 实现内容自创

2. 元宇宙的教育属性

当前, 大多数体现元宇宙的技术或产品主要局限在电子娱乐领域, 但是简单地将元宇宙本身视作一种电子游戏, 显然是比较表面化的解读 (姜宇辉, 2021), 会让人忽略掉元宇宙对教育所能发挥的巨大潜能。探索元宇宙的深度应用可能带来的变革契机, 以及教育类元宇宙的形式及技术实现方式, 将一种哲学化的数字生存与游戏化学习紧密地结合在一起, 具有重要的理论与实践意义。

教育元宇宙 (Edu-Metaverse) 可以理解为元宇宙的教育应用, 它为教师、学生、管理者等相关者创建数字身份, 在虚拟世界中开拓正式与非正式的教学场所, 并允许师生在虚拟的教学场所进行互动。从教育哲学的角度思考元宇宙, 可以发现其最突出的赋能优势是为教师与学生创设了一种沉浸式

的教学互动场域。教育元宇宙的场域突破了物理世界的局限，通过网络教学空间营造了一个新的虚拟教育世界，使得教师和学生可以在物理和虚拟世界同时获得现实和虚拟教学需求的满足，两者在本质上是相互影响、相互联系、共同发展的。但教育元宇宙中的虚拟世界并不是对物理世界的简单复制，也不是另一个物理世界的“平行宇宙”，而是对物理世界的一种再开发。它所具有的媒体赋能特点可以补充物理世界的缺憾，甚至在某些维度能超越物理世界的限制，形成一种特殊的教育元宇宙场域，赋能教育元宇宙发挥出整体的场域效应。

三、教育元宇宙的教学场域架构与关键技术

所谓场域就是一种场景或应用空间（张艳丽等，2020）。教育元宇宙的架构可以理解为一个超级场域，代指可以整合所有元宇宙元素的系统平台。有学者提出构建元宇宙需要打造其基础设施架构，应包括物理层、软件层、数据层、规则层和应用层（刘子涵，2021）。诚然，元宇宙依然存在诸多技术瓶颈，但通过对其架构的不断尝试改进和对其关键技术的不断融合运用，就能够利用元宇宙的相关技术与方法解决教育领域的特定问题。笔者将基于广东第二师范学院“广东省智能教育重点实验室”的系列研究成果，提出教育元宇宙的场域架构及其关键技术解决方案，其中场域架构主要包括物理层、软

件层、应用层和分析层四层。

1.物理层

物理层是指在物理世界构造元宇宙的设备及其基础设施环境。该层主要采用5G网络、沉浸设备、其他设备（如访问与展示类设备、生物数据采集设备）来搭建（见图1），力求实现：建设开放式、可嵌入式的基础设施环境，为未来教育元宇宙更新迭代提供空间；整合现有设备融入教育元宇宙生态中；选择利用率最高的新购置设备融入教育元宇宙生态中。

（1）5G网络配置

结合5G网络、双千兆教育专网和5G基站，部署用于教育元宇宙的5G云网融合服务网关，支持路由、桥接、旁路等多种模式，根据元宇宙沉浸设备配备情况进行灵活部署，使得多用户元宇宙网络交互成为可能。与以往的网络环境相比，5G环境可以实现VR图像传输即时化、图像语音传输自然、跨地互动无缝对接、大数据实时共享、元宇宙应用传输平顺。

（2）沉浸设备配置

营造教育元宇宙首先应在5G网络覆盖环境下配置硬件，部署元宇宙中央服务器，为每个学习者配备一套虚拟现实设备。其次应配置元宇宙环境高性能计算机，操作系统必须为Windows 10或以上版本，处理器为Intel Core i5-4590同等性能及以

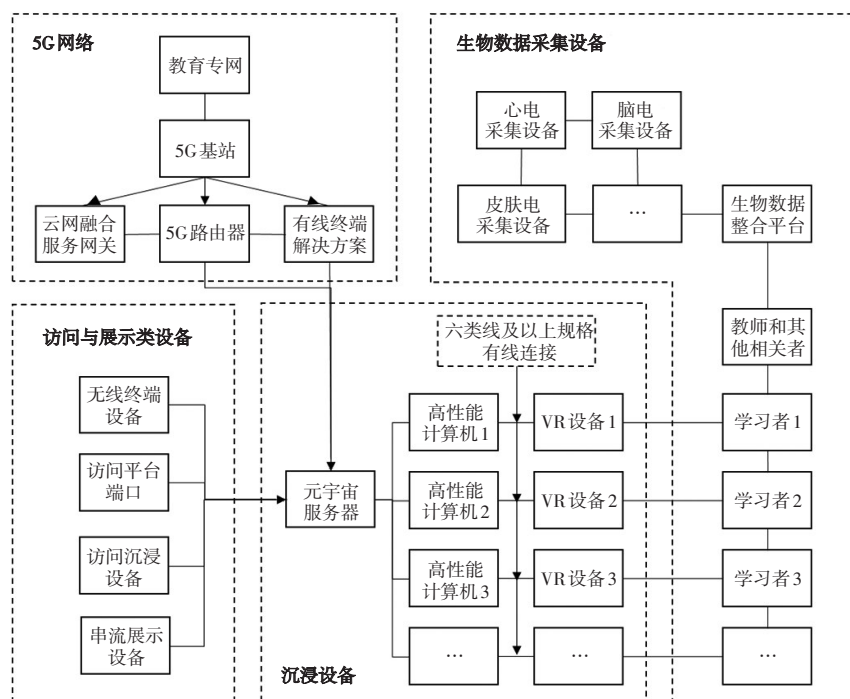


图1 元宇宙架构物理层

上,显卡为NVIDIA GeForce GTX 970同等性能及以上;还应配置千兆有线网口及5G路由器,网口、路由器、电脑网线要求六类线及以上规格。

(3) 其他设备配置

对于非沉浸用户(如以访问、参观等为使用目的),可以配置多途径设备进行访问,既可以选择智能手机、平板电脑等无线设备直接访问服务器,也可以利用高性能计算机通过网页访问,或者直接与服务器进行有线串流连接来访问元宇宙内容。同时对于学习者的生物电分析还应配备生理分析设备,主要包括心电、脑电、皮肤电等生物采集设备,用于检测学习者沉浸在元宇宙环境时的沉浸感、专注度、心流体验等情况变化。为了不影响学习者的沉浸感,生物电采集设备并未选择专业的医疗心理分析设备,而是采用了手环、创客脑波套件、创客皮肤电套件等简易设备。

2. 软件层

软件层是在物理层基础上构建元宇宙系统的基础设施,具体包括VR软件系统、元宇宙系统和生物数据采集系统(见图2),分别对应物理层的VR设备、元宇宙基础设施平台和生物电采集设备。

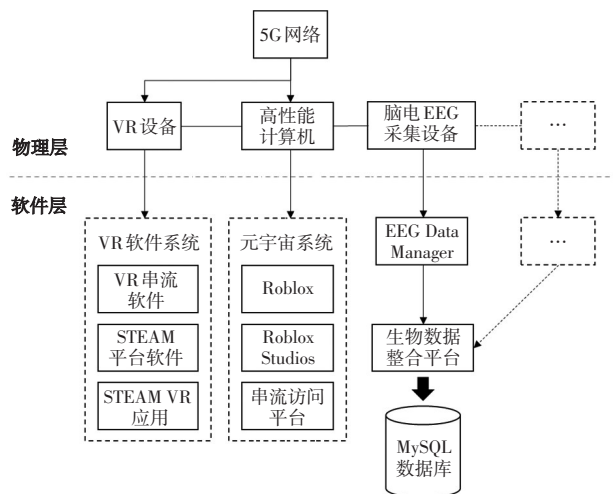


图2 元宇宙架构软件层

(1) VR软件系统

在5G网络环境下,需在学习者使用的每台计算机上安装VR串流软件,实现VR画面与计算机画面的同步传输。由于无线串流极大依赖于网络速度,并且当同步访问用户增加时,会造成网络卡顿,因此采用有线串流方式。同时在电脑中安装STEAM软件,该软件是维尔福(Valve)公司开发的综合性游戏及电脑应用程序平台。在STEAM平台上安装STEAM VR应用,即可实现VR与计算机

的串流,完成元宇宙画面的同步传输。

(2) 元宇宙系统

采用Roblox Studios程序进行教育元宇宙构建。该程序具有较好的空间构建模块,可以完成教育活动目标中的空间建构任务,同时支持VR设备的同步连接。在教师机上安装Roblox Studios,以构造用于学生生活的元宇宙,实现串流。在此需特别说明的是,虽然利用VR软件系统即可创造有沉浸感的氛围,利用Unity 3D和Unreal等软件也可以自行建构个性化的元宇宙环境,但是Roblox是目前具有最完备的元宇宙属性的平台,如拥有个性化的用户化身建构系统、仿生环境构造系统、多平台访问与空间构造系统、平台交易机制、数字徽章系统等,适合用于开展元宇宙的探索性研究。

(3) 生物数据采集系统

通过智能设备提供的生物数据,可以与学习者元宇宙探索活动相联系,并进行可视化的统计分析。鉴于生理信号在反映有机体状况方面更加客观、真实,主要采用脑电(Electroencephalogram, EEG)采集设备、心电(Electrocardiogram, ECG)采集设备和皮肤电(Galvanic Skin Response, GSR)采集设备来收集学习者的生物数据。

3. 应用层

应用层即组织学习者在教育元宇宙中开展学习活动。基于研究团队对VR动觉学习机制的研究成果(华子荀,2019),将教育元宇宙中的学生活动按照技术交互的特点设计为序列型指引、综合型探究和众创建构三种类型(见图3)。

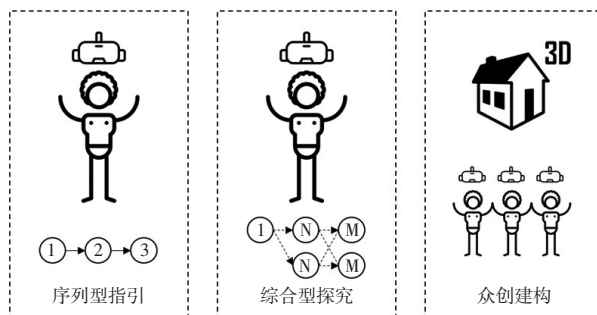


图3 元宇宙架构应用层

其中,序列型指引是指学生根据环境的任务提示理解交互模块的知识,并逐步完成的交互指引。综合型探究是一种基于序列型指引并可以进行自由探索的探究学习方式。众创建构是指学生以小组为单位进行协同,其主要任务是利用环境所提供的模块建构功能完成对空间的建构,以促进其协同能力

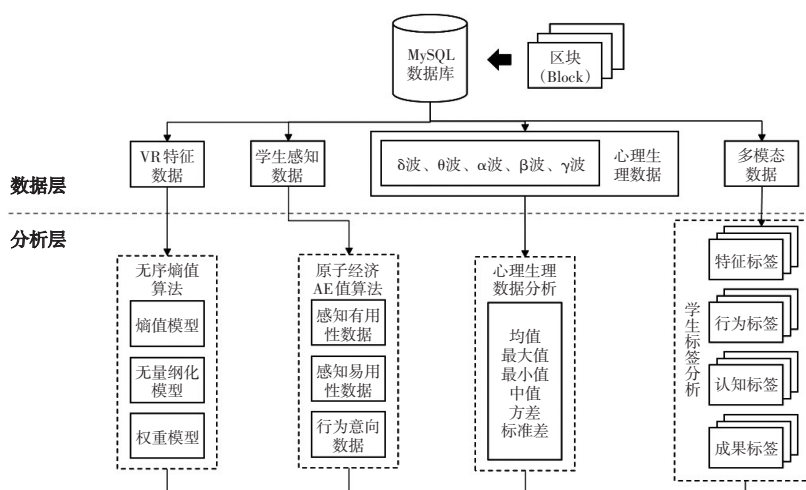


图4 元宇宙架构分析层

和探究能力的发展。

4. 分析层

分析层主要用来对采集的数据进行分析,以发现教育元宇宙场域所发挥的教学效用。针对数据层采集的VR特征数据、学生感知数据、心理生理数据等,分别采用无序熵值算法、AE值、心理生理数据分析与标签分析等方法,分析教育元宇宙教学场域的教学效果(见图4)。

(1) 无序熵值算法

在教育元宇宙的场域中,通过各种传感器和交互设备,可以得到各种类型的多模态数据,对数据的进一步挖掘能够辅助研究者发现元宇宙的场域效应。但是其难点在于对多维数据的统一评价。熵(Entropy)是用来度量系统混乱无序程度的量,对熵的测定能够对系统中的有序和无序状态进行界定,这种计算方法就是熵值法。熵值法(Entropy Method)是一种“客观赋权”的方法,对教育元宇宙设备、系统中各种数据进行熵值计算,能够帮助教学设计者发现系统特征,挖掘学习者的学习规律(华子荀等,2021)。

(2) 原子经济算法

对于一些难以获得或者难以评价的数据,运用无序熵值算法虽然可以部分解决(华子荀等,2020),但是却没有统一的评价标准,因此可采用原子经济算法进行弥补。“原子经济”本来是一个化学概念,用以描述提高反应物转化为最终产物的效率,降低浪费或副产物的产生;在教育领域,它被用于描述投入与产出的比值。原子经济算法可以通过对某些事件和对象进行熵值数值的换算,获得原子经济AE值,再综合Cosine算法(黄慕雄等,

2021)可以对AE值进行进一步的预测。

(3) 心理生理数据分析与标签分析

以脑电(EEG)数据分析为例,主要收集 δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波、 γ 波等5个波段的特征值,计算其时域统计特征量,即均值、最大值、最小值、中值、方差、标准差。当得到丰富的脑电波数据及其时域统计特征量后,可以根据其各种特征量的综合,得到多类型的分析标签(如特征、行为、认知、成果)。

四、教育元宇宙的教学应用案例分析

1. 研究对象与研究过程

教育元宇宙的教学场域以广东第二师范学院“广东省智能教育重点实验室”为依托,以该校的智能创客空间为实验场所。本次实验选取广东第二师范学院教师教育学院5名大学生作为被试,同时召集3名同学组成研究组开展实验前期的准备工作。每个被试参与3个周期的实验,每个周期为1个小时。

第一周期的任务是平静状态监测与沉浸状态监测,时长为60分钟。该周期分为两个阶段,首先要监测被试在平静状态下的脑电状态,以与其在元宇宙中产生的沉浸感进行比较,时长10分钟。其次,研究者设计几个电脑小游戏,以监测被试在无元宇宙环境下的沉浸状态,以便与其在元宇宙中产生的沉浸感进行比较。

第二周期的任务是设备体验与基本活动,时长为60分钟。该周期分为两个阶段:第一阶段让被试佩戴VR眼镜进入教育元宇宙程序,让其初步体验虚拟环境,并对其进行生物特征监测,探究其认

知状态。第二阶段进行序列型指引活动,指导被试完成序列任务,同时监测其脑电数据是否发生变化。

第三周期的任务是探究活动与建构活动,时长为60分钟或更长。该周期主要让被试完成综合型探究活动,并监测其脑电数据;之后允许被试自由开展众创建构活动,无时间限制,同时伴随脑电监测,研究者同步观察被试的情绪与状态,以精准监测数据。

2.教育元宇宙的设计

(1) 元宇宙的环境设计

实验首先召集了一个虚拟空间创建小组,包括2名指导老师和3名学生,其主要任务是利用Roblox Studios的预置空间功能对研究组所在的智慧创客空间进行复制,为期2个月。创建好后邀请被试参与实验。被试以单人形式参与实验,分别佩戴VR眼镜和脑电监测仪。每个被试配备一台电脑,研究者配备另一台电脑,以监测被试的生理数据。

研究组将在元宇宙环境中设计三种场景,分别对应应用层中的三种教学类型。一是设计具有虚拟指引和现场指导的“图书馆”学习场景,要求被试找到图书馆的图书一室和顶层图书室,对应序列型指引方法;二是设计具有自由探索特点的“校园”学习场景,要求被试自由探索校园,掌握校园基本布置,对应综合型探究方法;三是设计“教室”场景,该场景是一片空地,要求被试协同构建一个可用于元宇宙教学的室内空间,对应众创建构方法。通过以上三类场景完成应用层的设计。教育元宇宙环境设计案例界面见图5。

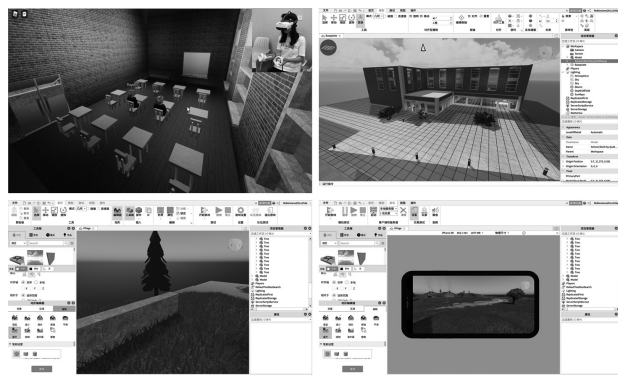


图5 教育元宇宙环境设计案例界面

(2) 元宇宙的认证徽章设计

该活动的主要任务是为学生构建活动认证徽章,使得元宇宙能发挥联结真实世界与虚拟世界的作用。具体操作方面,首先在Roblox Studios平台选择创建徽章,并选择合适的图形设计徽章图案,之

后为徽章获得规则编写脚本;其次,在服务器端的脚本中调用相关函数确认学习者解锁徽章;最后,检查已获取的徽章,还可以创建特殊徽章所有者专用的限制区域或传送器。此外,还可以将区块链的共识机制应用于数字徽章中,使元宇宙中的数字徽章具有现实世界中的数据传播机制与去中心化特点。

(3) 元宇宙的数据采集

根据VR教学效用模型(华子荀等,2021)编制量表,向被试发放调查问卷,采用SPSS 22.0进行数据处理与分析。另外,收集硬件与软件测试参数、被试的体验时间与总时长比值、被试评价分数、脑电数据等,以用于综合熵值评价。脑电数据分析方面,因为被试需要佩戴VR眼镜,故采用不易被干扰的单道信号监测仪,通过束带固定监测仪主体,利用上额电极与耳部电极获得四道脑电电波,并对所获得信号进行时域特征分析和时频特征分析。

(4) 元宇宙的数据分析

对采集到的多维数据,由于其维度不同,难以用一致的标准来评判,故采用熵值法进行挖掘分析。熵值法将对象视作一个系统,根据系统中每种状态出现的概率 P_i ($i=1, 2, \dots, m$) 来确定该系统的熵值 e ,见公式(1)。熵值越小,稳定性越高。

$$e = \sum_{i=1}^m P_i \times \ln P_i \quad (1)$$

同时综合原子经济算法和Cosine算法可计算学习者行为的相似度,见公式(2)与公式(3)。公式(2)中, AE 为原子经济值, MW 为分子质量(Molecular Weight),原子经济值 AE 为教育产出分子质量 MW 与教育原始投入 $\sum MW$ 之比的百分数。公式(3)中, (X_1, X_2) 为第一类原子经济值向量 AE_1 , (Y_1, Y_2) 为第二类原子经济值向量 AE_2 , 夹角余弦代表学习者行为数据相似度,数值越接近1,代表两类学习行为越相似。

$$AE = \frac{MW}{\sum MW} \times 100\% \quad (2)$$

$$\cos \theta = \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2} \sqrt{x_2^2 + y_2^2}} \quad (3)$$

对脑电数据的分析可以发现学习者的认知负荷变化情况。本文参考Wu等(2020)对投入度的分类,即将0~100范围内的认知投入度数值划分为7个层次(11~24, 25~38, 39~51, 52~64, 65~78, 79~91, 92~100),7层次的中值段数值为52~64,界定认知投入度的范围如公式(4)所


$$\text{认知投入} = \begin{cases} \text{高认知投入}(Y \geq 61) \\ \text{中认知投入}(51 \leq Y \leq 60) \\ \text{低认知投入}(Y < 50) \end{cases} \quad (4)$$

(1) 学习效用分析

根据教学效用的熵值比较可以发现,交互性效用高于沉浸性效用(8.51>5.69),沉浸性效用高于

开展活动	δ 波 (mV)	θ 波 (mV)	α 波 (mV)	β 波 (mV)	γ 波 (mV)	投入度系数平均值 (Y)	标准差	认知投入度
平静状态	142.16	39.98	13.55	9.61	4.69	54.00	14.60	中认知投入
序列型指引	221.12	68.48	20.37	15.20	5.36	59.60	16.80	中认知投入
综合型探究	216.78	65.90	16.86	17.47	4.74	61.00	14.20	高认知投入
众创建构	136.23	31.77	10.35	12.08	10.14	74.20	17.40	高认知投入

指标一	交互性效用			综合评价 Wi
	硬件	软件	行为意向	
序列型指引	3.08	2.66	2.76	8.51
综合型探究	2.65	2.30	2.43	7.39
众创建构	2.59	2.17	2.22	6.98
指标二	沉浸性效用			综合评价 Wi
	交互感	沉浸感	临场感	
序列型指引	2.38	2.02	1.29	5.69
综合型探究	2.41	1.84	1.95	6.19
众创建构	2.50	1.73	1.27	5.50
指标三	认知性效用			综合评价 Wi
	情绪信息	知识建构	心流体验	
序列型指引	1.99	1.73	0.97	4.69
综合型探究	2.26	2.22	1.14	5.62
众创建构	1.50	1.84	1.16	4.50
应用类型	序列型指引	综合型探究	众创建构	熵值合计
合计	18.89	19.20	16.98	55.07

(2) 认知投入的特征值分析

从表3中可以看出,5名被试在四种状态下的投入度系数平均值呈现出由低到高的变化趋势,即 $Y_1=54.00$ 、 $Y_2=59.60$ 、 $Y_3=61.00$ 、 $Y_4=74.20$ 。按认知投入度划分,平静状态和序列型指引学习状态

处于“中认知投入”水平($51 \leq Y \leq 60$),综合型探究和众创建构学习状态处于“高认知投入”水平($Y \geq 61$),这表明本实验研究设计的教育元宇宙架构中,三类学习活动支持被试的认知发展从“中认知投入”向“高认知投入”转变。

五、研究总结

在教育领域,元宇宙还是一个新兴概念,对它开展关于教育理论与应用方面的探索具有十分重要的意义。在教育信息化促进教育现代化进程中,技术的应用依然处于十分尴尬的境地。技术本身固然十分重要,但是如何深度融入教育教学过程,依然是教育研究的重要命题。尤其随着多类型智能技术与算法的出现,如何令教师与学习者在无感融入智能环境、自动化获取所需资源、指导个性化教与学过程等方面变得更为便捷,已成为学界关注的热点。教育元宇宙能够为师生提供一种新的场域,一定程度上促进了技术自然融入教学的过程。

本研究在对元宇宙进行理论梳理的基础上,提出了教育元宇宙的概念,指出面向教育的元宇宙是一种教学场域,进而提出教育元宇宙教学场域四层技术架构,包括物理层、软件层、应用层、分析层,各层的架构分别融入了物联网、智能分析、区块链、虚拟现实、心理生理分析等技术与方法,使得该架构既体现出技术的前瞻性,又具有实践的指导性。

为验证教育元宇宙架构的实施成效,在广东第二师范学院“广东省智能教育重点实验室”的实验条件支撑下,开展了实验研究。笔者首先构建了以Roblox Studios为基础的教育元宇宙,在该场景中设计了三个周期的学生训练活动,利用“图书馆”“校园”“教室”三个场景验证学生的沉浸式学习体验,在学生体验过程中还对其脑电数据进行了捕捉和分析。数据分析的最终结果表明,教育元宇宙能够促进学习者的学习效用,学习者的交互感、沉浸感和认知均得到提高。脑电数据还进一步验证了学生在教育元宇宙中的认知机制,即伴随序列型指引、综合型探究和众创建构三种学习活动的递进开展,学习者的认知投入表现出由“中认知投入”向“高认知投入”跌升的趋势。

本研究依然存在诸多不足。首先由于技术的局限,本研究所创设的教育元宇宙在沉浸感上依然存在不足,有待进一步优化;另外,在实验过程中,

由于操作的复杂性,参与的被试数量较少,所得到的数据和分析结论只能从一定程度上反映教育元宇宙的效果,后续研究将扩大研究规模;最后,基于多设备协同的便利性考虑,实验所采用的心理生理监测设备只有单导联数据,反映的脑电信号不够全面,但专业医疗器材又未能支持学生开展自由的教育元宇宙探索,该技术难点值得后续深入研究。

参考文献:

- [1]华子荀(2019).虚拟现实技术支持的学习者动觉学习机制研究[J].中国电化教育,(12):16-23.
- [2]华子荀,欧阳琪,郑凯方等(2021).虚拟现实技术教学效用模型建构与实效验证[J].现代远程教育研究,33(2):43-52.
- [3]华子荀,郑倩月,李茜(2020).基于原子经济智能性的教学干预模型设计与实施策略[J].现代教育管理,(6):84-90.
- [4]黄慕雄,林韩辉,罗永霞(2021).基于大数据融合的多源多层教师专业发展分析模型构建——以广东省教师教育大数据智慧系统为例[J].电化教育研究,42(5):114-121.
- [5]姜宇辉(2021).元宇宙中的“孤儿们”?——电子游戏何以作为次世代儿童哲学的教育平台[J].贵州大学学报(社会科学版),39(5):21-29,120.
- [6]刘子涵(2021).元宇宙:人类数字化生存的高级形态[J].新闻观察,(9):78-79.
- [7]马涛,赵峰,王有学(2019).海淀区中小学人工智能教育发展之路[J].中国电化教育,(5):128-132.
- [8]沈阳,田浩,黄云平(2020).智能增强时代推进新一轮学习革命——访中国科学院院士吴朝晖教授[J].电化教育研究,41(8):5-10.
- [9]闫志明,唐夏夏,秦旋等(2017).教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J].远程教育杂志,35(1):26-35.
- [10]杨现民,赵瑞斌(2021).智能技术生态驱动未来教育发展[J].现代远程教育研究,33(2):13-21.
- [11]喻国明(2021).未来媒介的进化逻辑:“人的连接”的迭代、重组与升维——从“场景时代”到“元宇宙”再到“心世界”的未来[J].新闻界,(10):54-60.
- [12]张艳丽,袁磊,王以宁等(2020).数字孪生与全息技术融合下的未来学习:新内涵、新图景与新场域[J].远程教育杂志,38(5):36-44.
- [13]周加仙,舒新越(2017).教育神经科学的价值与学科发展的挑战——与国际心智、脑与教育学会会长丹尼尔·安萨里教授的对话[J].全球教育展望,46(6):3-10.
- [14]周进,叶俊民,李超(2021).多模态学习情感计算:动因、框架与建议[J].电化教育研究,42(7):26-32,46.
- [15]Collins, B. (2021). The Metaverse: How to Build a Massive Virtual World[DB/OL]. [2021-09-25]. <https://www.forbes>.

com/sites/barrycollins/2021/09/25/the-metaverse-how-to-build-a-massive-virtual-world/?sh=1bd29d4c6d1c.

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

[17]Duan, H., Li, J., & Fan, S. et al. (2021). Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype[C]// Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia (MM' 21). China.

[18]Gilbert, R. L., Foss, J. A., & Murphy, N. A. (2011). MultiplePersonality Order: Physical and Personality Characteristics of the Self, Primary Avatar and Alt[M]// Peachey, A., & Childs, M. (Eds.). Reinventing Ourselves: Contemporary Concepts of Identity in Virtual Worlds. Springer Series in

Immersive Environments. London: Springer.

[19]Hackl, C. (2021). Defining The Metaverse Today[DB/OL]. [2021-05-02]. <https://www.forbes.com/sites/cathyhackl/2021/05/02/defining-the-metaverse-today/?sh=30d7c46f6448>.

[20]Jää-Aro, K. M., & Snowdon, D. (2001). How Not to Be Objective; Collaborative Virtual Environments[J]. Acm Siggroup Bulletin, 19(2):21-22.

[21]Nikolaidis, I. (2007). Networking the Metaverses[J]. IEEE Network, 21(5):2-4.

[22]Wu, Y., & Xie, N. (2020). Attention Optimization Method for EEG via the TGAM[J]. Computational and Mathematical Methods in Medicine, (6):1-11.

收稿日期 2021-09-08 责任编辑 刘选 李鑫 (实习)

The Teaching Field Structure, Key Technologies and Experimental Study of Edu-Metaverse

HUA Zixun, HUANG Muxiong

Abstract: The Metaverse is a digital world created by human beings according to the environment of the physical world. As a new conception, Metaverse is gradually formed based on 5G, virtual reality and other technologies. The development and maturity of technology not only provides convenient conditions for the establishment of Edu-Metaverse, but also contributes to the deep integration of Metaverse and educational practice. The most prominent advantage of Edu-Metaverse is that it can provide an immersive teaching interaction field for teachers and learners, and simultaneously meet the teaching and learning needs of teachers and students in the physical world and virtual world. The virtual world of Edu-Metaverse is not a “parallel universe” formed after a simple copy of the physical world, but the redevelopment of the physical world. The educational exploration of Edu-Metaverse first needs to clarify its field structure and its key technologies, and then is the teaching application. The teaching field of Edu-Metaverse constructed by the research group is a four-layer architecture, including hardware layer, software layer, application layer, and analysis layer. The key technologies applied through the four-layer architecture involve 5G, VR equipment and VR software system, high-performance computer and corresponding Metaverse system, biological data acquisition equipment and its data analysis algorithm. In the experimental research, three kinds of Edu-Metaverse scenes of “library”, “campus” and “classroom” were created to respectively correspond to three learning activities: sequential guidance, comprehensive exploration, and building creation. The data analysis after the implementation of the experiment shows that the Edu-Metaverse can promote students’ learning engagement, learning efficiency, and learning effectiveness. And with the progressive development of the three activities, the learners’ cognitive engagement reflects a rise from “medium level” to “high level”.

Keywords: Edu-Metaverse; Teaching Field; Key Technologies; Experimental Study