

国际虚拟教育研究的 热点透视及发展趋势

——基于2015—2020年WOS核心数据库相关文献分析

陈雨婷¹, 杨刚²

(1. 浙江师范大学教师教育学院, 浙江金华 321004; 2. 温州大学教育学院, 浙江温州 325300)

摘要:随着第四次教育革命的来临,以VR、AR和MR为核心的虚拟技术为现代教育的变革与重塑带来了新的契机,其在教育领域的应用已成为近年来各国教育研究的热点之一。为此,基于CiteSpace可视化知识图谱软件,对Web of Science国外核心期刊数据库2015—2020年间收录的729篇文献进行图谱分析、关键词词频统计分析和共被引文献综述,发现虚拟技术在教育中的应用呈现出不断趋向深度沉浸的趋势,目前已成为沉浸式学习的主要路径。与此同时,虚拟教育为课堂转型提供了新的方向,以其为核心的交互式学习环境促进了情境化课堂、深层次学习以及差异性教学的发展。此外,开展基于虚拟技术的各学科教育实践,为改善各学科教育情境及提升相应的教育效能提供了新的机遇。在未来,还需整合5G网络通信技术以优化虚拟技术的沉浸性,同时通过构建虚拟全纳教育社区来落实全纳教育理念,促进我国特殊儿童的社会性发展。5G、AI以及区块链技术与虚拟技术的有机融合,不但有助于完善泛在学习情境的构建,充分实现学习者的个性化学习,最终还将形成智能教育新生态。

关键词:虚拟技术;虚拟教育应用;沉浸性学习;课堂转型;学习环境

中图分类号:G511 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2022)01-0083-11

基金项目:浙江省教育厅科研项目“VR环境下学习参与行为对写作效果的影响研究”(Y201941091),项目负责人:陈雨婷;浙江省2020年教育科学规划课题“信息技术促进课堂深度学习的路径研究”(2020SCG153),项目负责人:杨刚。

作者简介:陈雨婷,浙江师范大学教师教育学院博士研究生;杨刚,教育技术学博士,温州大学教育学院副教授。

随着第四次教育革命的到来,如何帮助教师与学生应对新一轮教育背景下的机遇与风险成为研究者关注的焦点。以虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)为代表的虚拟技术是变革传统教育并重塑教育生机的重要着力点。VR是由计算机生成的具有交互性的模拟现实,该技术通过增加多模态的感知(如视觉、听觉、触觉等)路径来促进学习者在虚拟世界中的沉浸性。AR是在真实环境的基础上,将虚拟的场景、对象等叠加在现实环境中,通过丰富物理世界的表征形式来增加学习

者对现实世界的感知。MR则是VR与AR的进一步发展,该技术通过在虚拟世界、现实世界和学习者之间搭建交互式反馈的信息回路,来达到增强体验真实感的目的^[1]。VR、AR和MR这三种典型的虚拟技术作为优化现有课堂的有力工具,为教育领域带来的应用价值已日益凸显,并逐渐成为世界各国推动基础教育发展的重要手段^[2]。

2018年以来,我国教育部先后发布文件——《教育部关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》(教高函〔2018〕5号)

和《教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见》(教基〔2019〕16号),要求现代教育充分利用虚拟技术对教学内容和教学实施形式进行改革,以拓展教学路径并提升教学深度与广度^[3-4]。基于此,本研究试图通过对 Web of Science 核心合集数据库中收录的 2015—2020 年间,有关虚拟教育应用的相关文献进行知识图谱分析,同时结合关键词词频统计分析来充分挖掘和探讨国际虚拟教育应用的研究热点及发展趋势,为我国未来教育革新与重塑提供借鉴。

一、数据来源与研究设计

(一)数据收集与整理

研究以 Web of Science 核心合集数据库为数据来源。将检索内容设置为“virtual reality”, or “augmented reality”, or “mixed reality”, and “education”, 时间跨度设置为 2015 年—2020 年。同时,删除与本主题明显无关的文献(如征稿启事、会议通知等),并通过精炼出版物,剔除非教育类刊物,以兼顾查准率。为兼顾查全率,笔者还在 Springer 数据库中输入关键词“virtual reality”, or “augmented reality”, or “mixed reality”, and “education”, 时间跨度依旧为 2015 年—2020 年,最终筛选出 729 篇文献和 1 本书籍作为本研究的样本。

(二)研究工具与方法

研究采用美国德雷塞尔大学(Drexel University)陈超美教授研发的 CiteSpace III 软件对文献进行定量分析。具体步骤如下:新建两个文件夹,分别命名为 Data 和 Project,将从数据

库中导出的文献数据以 Download_xxx 格式命名,并将文本文件放入 Data 文件夹中;将时间跨度设置为 2015—2020 年,间隔为 1 年;节点阈值设置为(2,2,20)。

二、知识图谱分析结果

首先,利用 CiteSpace 软件,选用节点类型为 keyword,生成关键词词频统计图谱(见图 1)。目前,虚拟教育应用以学科(如科学、医学和高等职业教育等)应用和技术支持下的新型学习环境构筑为主,其节点分支较多,说明 VR、AR 和 MR 等与大数据、物联网、人工智能以及 5G 等新兴技术的有机结合丰富了虚拟教育的应用路径。

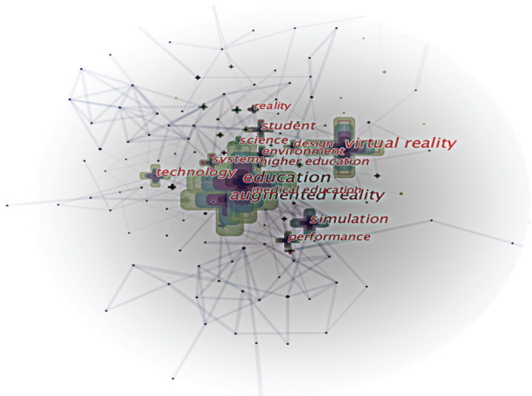


图 1 关键词词频统计图谱

其次,通过软件中的“Export—network summary table”功能,输出虚拟教育应用研究中的高频关键词(见表 1)。结合高频关键词及相关文献梳理发现,当前该领域的研究热点主要体现在沉浸性学习研究、学习环境设计研究以及不同学科教育的应用研究三大类。

表 1 虚拟教育应用研究中的高频关键词

序号	频次	中心度	关键词	序号	频次	中心度	关键词
1	245	0.09	education	12	40	0.11	medical education
2	213	0.02	augmented reality	13	34	0.06	instruction
3	185	0.18	virtual reality	14	33	0.13	experience
4	94	0.09	simulation	15	24	0.07	surgery
5	67	0.10	student	16	23	0.03	mobile learning
6	59	0.08	environment	17	21	0.16	gross anatomy education
7	58	0.10	performance	18	20	0.05	interactive learning environment
8	56	0.10	system	19	20	0.01	mixed reality
9	49	0.14	higher education	20	19	0.08	visualization
10	48	0.06	science	21	14	0.04	science education
11	46	0.05	design	22	12	0.01	engineering education

三、VR、AR 和 MR 教育应用研究热点主题分析

(一) 不断趋向深度沉浸性学习:从 V-learning 和 A-learning 到 M-learning

从 virtual reality、augmented reality、mixed reality 和 education 等高频关键词可以看出 VR、AR 和 MR 等技术支持下的沉浸性学习(immersive learning)将是未来教育的重要发展趋势^[5]。哈佛大学教育技术专家克里斯托弗·戴德(Christopher Dede)教授也曾指出,VR 等技术支持下的深度沉浸性学习可以促进学习者保持更长时间的专注投入状态^[6]。通过文献梳理可知,VR 技术支持下的 V-learning(虚拟现实学习)是沉浸性学习的典型代表,而 AR 技术支持下的 A-learning(增强现实学习)则以其虚实融合的特性,进一步提升了学习者的沉浸性学习体验,MR 技术支持下的 M-learning(混合现实学习)更是为沉浸性学习拓宽了发展路径。图 2 揭示了三种沉浸性学习之间的关系。



图 2 三种沉浸性学习之间的关系图

V-learning 是指学习者借助头戴式显示器(HMD)在计算机模拟生成的 3D 虚拟场景中进行学习。在手持设备的支持下,学习者能够获得视觉、听觉乃至触觉上的拟真感官体验(见图 3)。这种多感官参与的 V-learning 可以有效降低学习者的认知负荷^[7]。但 V-learning 所导致的虚实分离,会阻碍师与生、生与生之间的即时交互,且由于学习过程缺乏教师的过程性引导,学习者的学习目标容易变得模糊。此外,对教学过程实施有效掌控也是 V-learning 的一个难点,因为教师难以辨别学生的学习行为是否发生^[8]。



图 3 V-learning



图 4 A-learning

在 V-learning 的基础上,基于 AR 的 A-learning 可以在一定程度上弥补 V-learning 的不足,它是一种通过丰富物理对象的表征形式来实现沉浸性学习的方式(见图 4)。该学习方式能够将现实的抽象学习内容可视化为 3D 立体图像、动画或视频,不仅锻炼学习者的空间思维能力,还可丰富学习者的想象力和创造力。与 V-learning 不同,A-learning 主要在现实世界中进行,因此在教学实施过程中,师与生、生与生之间可以进行实时互动,且教师通过观察学习者的行为能够把控课堂节奏。尽管 A-learning 在教育中具有明显的应用价值,但仍然有一定的局限性,如对教师或 AR 学习资源开发者而言,教科书或学习资料中物理对象的集成与管理过程过于繁琐与复杂^[9]。区别于 VR 和 AR,MR 是一种数字化全息影像技术,它通过将计算机虚拟模型引入和集成到现实世界中,来搭建虚拟与现实世界之间的交互式反馈回路,从而建立起虚实一体的学习空间^[10](见图 5)。M-learning 本质上是一种以学习者自然感知为基础的沉浸交互式学习,借助混合现实智能可穿戴设备,学习者可以自然地在现实世界中与虚拟对象进行实时互动。因此,与 V-learning 和 A-learning 相比,M-learning 对沉浸性学习环境提出了更高的要求。随着

5G、人工智能等新技术的不断发展,未来,MR教育应用研究应着重为学习者提供更加引人入胜的学习环境。

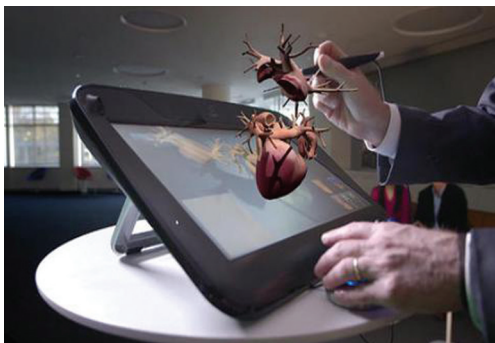


图5 M-learning

(二)虚拟技术驱动下的学习环境转型:由灌输式学习环境到体验式学习环境

近年来,以VR、AR和MR为核心的虚拟技术改变了信息的呈现方式、传递方法和接受效率,其独特的沉浸性和交互性改变了传统单一的媒介展示方式,能够为学习者创设出一种在做中学、及时得到反馈、不断提升理解并建立新知识能力的学习环境。同时,虚拟技术的优化与升级(如“扩展现实”,简称XR)使得学习环境更加智能化,为实现从灌输式学习环境到体验式学习环境的转型提供了有力支持。本文根据对高频关键词 environment、interactive learning environment、design、instruction、students 和 performance 相关文献的梳理发现,虚拟技术驱动下的学习环境转型具体体现在以下三个方面:课堂教学设计模式转型、学习体验方式转型和教师教学方式转型。

1. 从定型化走向情境化:优化课堂教学设计模式

定型化的课堂教学设计指一种基于特定目标,向学习者传递客观知识的教学模式。在此模式下,教师不仅需要事先对教学过程进行有计划的配置,还需预测学习过程中可能出现的各种情况,以形成一个较为周全的教学设计框架。在这种设计框架中,学习者作为被控制的对象,借助外部条件(如教师指导)而表现出理想的行为变化。这种刻板化的教学设计是基于教师自身经验而建构起来的,并不一定契合学习者的学习需求。而虚拟技术所提供的沉浸式学习情境,使得定型化的课堂教学设计

逐渐被情境化的课堂教学设计所取代。后者充分考虑了学习者自身经验积累对知识建构的影响,不注重课堂的严密框架,主要关注特定情境下师与生、生与生之间的交互及过程性教学脚本的生成。正如学者萨尔萨贝尔(Salsabeel)等所指出的,教育不应该是封闭定型的教师讲授,而是学生集思广益地主动参与学习,因为知识是不断发展的,知识本身也不应该被严密的框架束缚,课堂教学设计也应如此^[11]。

2. 从浅层学习走向深度学习:优化学习体验方式

浅层学习是指以考试为目的,通过学习者对客观知识的简单记忆来实现基础知识的习得,并不注重知识的实际运用^[12]。杜威强烈谴责这种仅强调“吸收事实和真理”的学习形式,呼吁采用体验学习的形式来深层塑造学习者的心智,即深度学习^[13]。这种深度学习机制注重学习者在学习过程中的主动反思,旨在培养学习者在复杂情境中灵活运用所学知识来解决实际问题的能力^[14]。也就是说,深度学习的最终目的是促进知识在复杂情境中的实际运用。虚拟技术所构筑的沉浸式学习环境,可以丰富学习者的社会性学习经历,促进其思维发展和深度学习^[15]。通过体验参与和知识交流,不但能帮助学习者建立对知识学习的信心,还能帮助其不断地进行自我反思和调整,通过对知识的深层建构来达到深度学习的目的^[16]。

3. 从规整划一到个体差异:转变教师教学方式

划一性教学是指教师以班级平均水平为标准,选择“一刀切”的方式向不同的学生个体教授知识。显然,这种教学方式不利于培养学生的创新精神和实践能力,因为学生之间的差异是客观存在的。由此,研究者们将目标指向了基于学生自身学习需求的差异性教学。顾名思义,差异性教学是指根据不同学生的认知需求或兴趣爱好,从多重视角来开展教学活动。在传统课堂中,教师“一呼百应”的教学方式不但难以满足不同学生的学习需求,也难以开展关注个体差异的教学活动。虚拟现实支持下的沉浸式环境,通过丰富多彩的场景选择和呈现,可以在一定程度上契合不同学生的认

知水平及学习风格,从而最大程度地满足每一个学生的学习需求。例如:VR 所构建出的多样化的教学用具或耗材(实验设备、器材等),使得学生可以根据自己的学习需求来进行工具选择;在 AR 技术的支持下,物理对象能以三维立体的形态呈现,学生通过切换视角即可以进行更细致的观察。

(三) 重塑与发展:虚拟技术在教育中的应用

从表 1 中的 education、medical education、surgery、gross anatomy education、higher education、science、science education、engineering education 等高频关键词可以看出,VR、AR 和 MR 等虚拟技术在教育领域的应用是当前教育领域的一大研究热点。该组词语的中心性偏高,相应节点的文献出现较早,说明围绕 VR、AR 和 MR 等在教育领域的应用已经形成了比较稳定的研究群体。结合相关文献分析发现,目前 VR、AR 和 MR 在教育领域的应用研究主要聚焦于医学教育、科学教育以及高等职业教育领域。

1. 聚焦医学教育的应用研究

据调查,目前,记忆式学习仍然是医学知识学习的主流,但这种学习方式不仅难以支持医学生进行知识的意义建构,还容易导致学习倦怠感的产生^[17]。为减少记忆式学习所带来的不利影响,有研究者通过对比实验,评估了 VR 促进学生对三羧酸循环(TCA)周期这一知识点理解的有效性。研究结果显示,实验组学生的长期记忆和短期记忆得分均显著高于对照组学生,这表明 VR 是改善学习者复杂知识记忆的有效工具。该研究者还指出,VR 技术存在很大的优化空间,长时间观察虚拟画面不但会对学习者的眼睛造成伤害且容易诱发晕动症,不过随着 AR 和 MR 技术的出现,有望通过技术的优化与融合来克服这些问题,并进一步扩大 VR 在医学教育领域的影响^[18]。虚拟技术与医学教育的有机融合还将有效提升医学生的手术技能,如坎普维斯(Kamphuis)等研究者开发的一款可用于大学解剖学技能培训的 AR 系统^[19]。该系统的屏幕上装有摄像机,当人站在屏幕前时,人像将显示在电视屏幕上(如图 6 所示),匿名 CT 数据集的一部分会扩

展至用户的身体,与人像一同显示在屏幕上,这为受训者提供了一种可以看到病人身体内部器官或骨骼的视觉表象,学习者可以利用手柄、手套等在该系统上进行相应的手术操作(如解剖、缝合等)。该系统所提供的拟真化手术体验,能在一定程度上促进医学生手术技能的习得。就医学教育而言,准确而即时的学习反馈对改善医学生学习效果有着重要作用。而以大规模的标准化测试为学习反馈的方式不仅具有强滞后性,同时也无法为医学生带来高水平的学习动机。更有研究表明,为应对高标准化考试,教师会局限于教学目标,缩小课程教学范围,而这将对整体医学教育水平造成不利影响^[20]。虚拟技术支持下的学习反馈机制,能够在一定程度上弥补常规纸质学习反馈的滞后性和单一性。斯特兰德比加德(Strandbygaard)等学者检验了腹腔镜手术反馈系统所提供的即时性反馈对医学生学习效果的影响^[21]。该系统设有 11 个能够自动反馈的变量(如失血量、卵巢损伤程度等),医学生在手术过程中,可以根据即时的反馈信息来对手术进行及时调整(见图 7)。



图 6 基于“增强现实技术”的腹腔镜培训系统



图 7 基于“虚拟模拟器”的腹腔镜手术评价系统

2. 聚焦科学教育的应用研究

科学教育的难点之一在于该学科具有许多抽象的科学概念、原理和公式(如代谢、升华等名词以及水的电解过程等)。由于缺乏对此类抽象概念、原理或公式形成过程的可视化感知,学习者容易混淆和遗忘已学过的知识,最终导致学习效率低下。为了提升学习者的学习效能,库洛德(Khulood)等人探究了VR对沙特阿拉伯中学生科学学习的影响^[22]。结果发现,VR支持下的科学学习不仅可以有效促进学生对实验器材的名称及功能(如酒精灯、试管等)的区分,同时,VR还支持学生进行多次重复实验,因而也在一定程度上解决了中学实验室建设所需资源不足的问题。科学教育的难点之二在于学生对生物DNA结构、化学分子结构以及物理运动等三维复杂空间结构的理解。有研究者探究了VR支持学生理解动态空间关系的有效性,结果表明,直观的空间结构观察有助于学生对复杂空间结构的理解^[23]。科学教育的难点之三在于探究性实验教学。在现实课堂中,出于安全性和成本考虑,大部分实验以书本知识教学和视频教学为主,但这种教学方式与探究性科学教育的理念相悖。美国加州的Infinite Z公司所开发的一款名为Zspace的3D显示屏为支持探究性实验教学提供了新的契机。学生通过佩戴非追踪眼镜并配备触控笔,可以隔空控制屏幕上的虚拟物体。该产品深度融合了AR和VR,可以在确保安全的情况下为学生提供探究性实验学习机会,对提升学生的科学探究能力具有重要价值。

3. 聚焦高等职业教育的应用研究

高等职业教育旨在培养具有一定实践能力、能够适应并促进社会发展的高级专门人才,因此,高等职业教育除了向学生教授课堂理论知识以外,还需培养学生良好的工作技能。但大量企业在招聘应届毕业生时发现,很多学生缺乏良好的工作技能,对自己的职业规划也没有清晰的认知,更没有意识到自身的价值。这充分说明,高等职业教育人才供给与社

会人才需求之间存在脱节现象。近年来,不少研究者尝试将虚拟技术整合到高等职业教育中,以平衡高校与社会的人才供需。如张鹏顺等开发了VR导游培训系统^[24],以提升导游专业学生的工作技能。该系统共分为3个区域,分别是数字互动教学区、微实践训练区和教师控制区。数字互动教学区主要由文本、视频和语音等组成,该区域分别从视觉、听觉双通道呈现知识点,能够有效降低由于记忆容量有限而导致的认知负荷;微实践训练区由虚拟场景和虚拟游客构成,可锻炼学生的导游技能;在教师控制区,教师或导师能够观察并记录学习者的培训结果。该系统提供了从知识学习到技能培训再到教师指导的完整流程,增强了知识的运用性。为发展大学生的协作能力,学者加德纳(Gardner)与其团队在2017年开发的名为MiRTLE系统的基础上,创设出了一个在线的MR教室^[25](见图8)。该在线课程的主要目的是支持学生在线课堂协作能力的发展,研究对象为美国明尼苏达州圣保罗学院计算机科学系的600名学生。研究历时6年,结果显示,MR在线教学环境可以促进学生协作能力的发展。此外,有研究者认为,VR通过发展学习者的学习迁移能力,可以促进学习者创新思维的发展。如霍奇森(Hodgson)等研究者开发的VR施工系统^[26](见图9),即为学习者提供了一个无风险的学习环境。通过该系统,学习者可以检验设计实施的有效性,发现所需材料的物流运输问题、施工时可能遇到的技术壁垒以及安全问题等,从而设计出更加可行的工程实施方案。



图8 Mixed Reality 在线教室

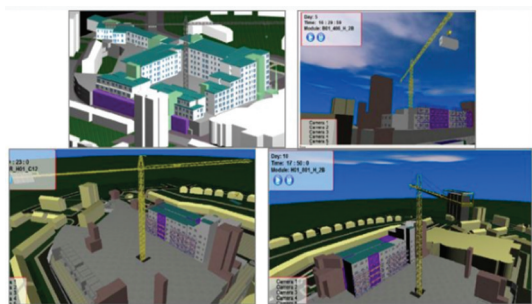


图9 Virtual Reality 施工系统

四、虚拟教育应用研究发展趋势

(一)整合 5G 网络通信技术,提升虚拟沉浸式学习体验感

沉浸式学习(immersive learning)是指由一个或多个中介组成的环境通过唤起学习者的存在感来调动其学习动机的一种学习活动,容易受到学习者所处情境以及媒介等因素的影响^[27]。其中,沉浸式学习可以分为三个层次:信息沉浸式学习、感官沉浸式学习和心流沉浸式学习。信息的沉浸是沉浸式学习的最初阶段,主要指学习者沉浸在能够关注到的信息当中,属于信息收集层面的沉浸;感官的沉浸是沉浸式学习的第二个层次,主要指学习者能够通过感官来切身地感受到所处的虚拟世界,属于器官或者感官层面的沉浸;而心流沉浸作为沉浸式学习的最高级层次,主要指学习者对虚拟世界的高度沉浸,即学习者身上每一个接受信息的受体都一致认为其所处的环境是真实的,属于大脑层面的沉浸。近年来,我国虚拟技术得到快速发展,各方面性能也逐步完善,但在支持学生沉浸式学习方面,仍然存在一些关键技术的改进与突破问题。这些问题主要可以概括为 3 个方面。(1)学生体验时的眩晕感亟须缓解。目前市面上投入使用的 VR 或 AR 设备都存在导致学生眩晕的问题,这与虚拟画面过度的时延性有关。时延性越低的虚拟设备,越能够减轻学生的眩晕感。(2)学生体验时的临场感有待增强。当前的虚拟系统以提供学生个人的沉浸式体验为主,暂时还无法实现大范围内超多用户实时参与体验。(3)学生对场景的多元化需求有待满足。

目前,虚拟场景仍以预设为主,暂时无法满足学生日趋多样化的学习需求^[28]。随着 5G 技术的发展,这些问题将在一定程度上得到解决,主要体现在以下几个方面:一是 5G 技术在原有通信网络基础设施的基础上,纳入了大规模天线阵列、全频谱接入、新型网络架构等技术,使其能够提供比原有通信网络快 10 倍以上的毫秒级延迟,这种低时延性将降低由于画面延时而导致的眩晕感,为学习者带来更加身临其境的感知体验,实现学习者更高层次的沉浸式学习;二是 5G 技术的超大带宽扩大了虚拟沉浸式学习环境的缓存容量,可以实现多用户实时参与体验,并为学习者提供无缝式的实时学习体验,增强学习者的临场感;三是 5G 的高速率数据传输能够满足多样化场景的极端差异化性能需求,不但有助于构建具有高度沉浸性的学习环境,还有助于生成智能化的学习场景,满足学习者日趋多样化的学习需求,进而解决差异性学习的问题。

(二)搭建虚拟全纳教育社区,促进特殊学生的社会性发展

近年来,如何有效促进特殊学生的社会性发展成为新一轮教育革命背景下亟待解决的一大问题。全纳教育是促进特殊学生融入主流教育与社会体系,促进其社会技能发展的有效方法。就我国而言,随班就读政策是发展和普及全纳教育的主要形式,但自该政策实施以来,提高入学率成为各地特殊教育实践的首要目标,特殊学生在普通学校中的学习质量却长期得不到重视^[29]。这说明将特殊学生纳入普通学校就读仍然存在诸多问题,因为一般的主流教育体系所采用的相关教育制度以及实施的教学实践和课堂教学方式都是针对普通学生而设立的,并不适用于特殊学生,这也是全纳教育大背景下特殊学生容易产生学习边缘化的重要原因。因此,为了有效促进特殊学生的社会性发展,传统的全纳教育需要由单纯的“场所全纳性”向“教育全纳性”转型,开发更具包容性、公平性和同理性的数字化学习社区。

虚拟技术支持下的全纳教育社区(Virtual Inclusive Education Community, VIEC)就具有这些特点。该社区是指由有一定共同学习兴趣或爱好的学习者和助学者组成的特定网络学习空间或学习共同体^[30]。有学者认为,特殊学生在虚拟全纳教育社区中通过角色转变,可以暂时摆脱现实世界中由于不当行为或生理、心理缺陷给同伴或教师带来的“刻板印象”,能够在一定程度上克服胆怯心理^[31]。因此,这种技术驱动下的虚拟全纳教育社区使得学习者具有更强的互动感和体验感,对特殊学生来说,这种更具包容性和公平性的学习社区能够有效促进他们的社会性发展。

(三)创设数字孪生课堂,构建虚实共生的无缝式融合学习空间

随着学习型社会的到来,知识更新换代的速度逐渐加快,以学校为中心的传统课堂已无法满足学习者日益增长的学习需求。因此,如何创设一个不受特定地点或时间制约的无缝式融合学习空间,成为当下研究者需要思考的一个重要议题。无缝式融合学习空间也被称作无所不在的学习空间,旨在利用现代化技术或设备为学习者提供一种智能化、不受时间和空间限制的学习环境。通过梳理国内学习空间的相关研究可以看出,目前有关学习空间的设计和建设已经打破传统物理学习空间的限制,开始更加关注学习者的多样化学习需求,并逐渐向虚实结合的无缝式融合学习空间转型^[32]。虚拟技术通过支持数字世界与现实世界的实时互联、互通,构建起数字孪生(Digital Twins, DT)课堂以支持无缝式融合学习空间的创设。所谓“数字孪生课堂”,是指一种由人、事、物构成的复杂课堂系统的数字拷贝,通过准确模拟课堂的基本运营模式,可以实现智慧化的课堂管理^[33]。同时,它还具有虚实共生、高虚拟仿真和高实时交互等特点,这些特性能够弥合物理空间和虚拟空间之间的鸿沟,为学习者带来更加真实的学习体验。简单来说,数字孪生课堂就是利用数据可视化的方式

来管理更为复杂的空间结构,它可以通过虚拟对象来表征实体,通过为学习者提供更加个性化的学习支持,来进一步增强并拓展学习者对虚实融合课堂的资源感知能力以及问题解决能力和批判性思维能力,从而为学习者提供更加高效、实时和智能化的课堂服务。显然,这种基于虚拟技术的数字孪生课堂更加适用于培养创新型人才,因为学习者通过对孪生对象的了解和观察,可以更加清晰地明确自己的学习问题、进程及目标,有利于通过“对症下药”来优化自己的泛在学习内容与方式,使定制化和情境化的泛在学习成为可能。

(四)打造虚实融合的智慧教师,实现学习者的个性化学习

之所以倡导个性化学习,是因为学生具有不同的先验知识水平和不同的学习方式与需求。尽管个性化学习理念被众多教育工作者借鉴和参考,但当前我国教师工作依旧繁重且复杂,除了需要完成日常的课程教授与班级管理工作以外,教师还需完成家长反馈、作业批改等智力投入较低且重复性较强的工作^[34]。重复性工作占据了教师大量的时间与精力,导致教师更加难于关注到学生个体的个性化差异与学习需求,最终使得大班制教学中的个性化学习浮于表面,甚至引发学生个体关注缺失问题^[35]。因此未来,我国教育应当思考如何将人类教师从“传道、授业、解惑”的传统教学中解放出来,从“教的专家”变为“学的专家”,同时借助虚拟现实和人工智能技术等现代教育技术,打造虚实融合的智慧型教师,以进一步推动有助于学生个性化学习的学习活动的设计与实施。智慧型教师由虚拟教师 and 现实教师共同构成,其中虚拟教师的价值主要体现于:(1)人工智能技术支持下的虚拟智能教师可以帮助人类教师处理传统教育中的高重复性工作,从而减轻人类教师的工作负荷;(2)虚拟智能教师通过突破人类教师的有效记忆容量来降低知识的错误率,并通过一对一个性化辅导来有效拓展学习者的知识面,以解决大班

制教学中个体关注不足的问题。人类教师则主要承担以下工作:(1)利用相应的技术工具在已有教学设计的基础上,对其进行进一步优化与创新,设置跨学科融合、包容性更强的立体化课程;(2)承担更为精细和复杂的个性化辅导或教学工作(如心理辅导、情感陪护、个性化学习规划等),以降低问题学生的比例,同时更加深入地挖掘学生的个人潜质。总而言之,虚实融合的智慧教师不仅为学生个性化学习的实现提供了可能,而且更有可能实施精准教学,帮助学生即时解决学习上的困难。

(五)加速区块链与虚拟现实的深度融合,形成智能教育新生态

在传统教育中,学校一直是学生进行课堂学习的主要场所,因而逐渐形成了以学校为中心的传统教育模式。但显然,传统教育囿于地域、资源和时间的限制,已经无法满足当代学习者日益增长和个性化的学习需求。以去中心性、开放性和高信任性为核心特征的区块链技术可以优化传统教育,实现教育资源分布更加均衡、教育时间和地点更加开放的分布式学习^[36]。然而,仅有区块链技术所形成的分布式学习空间无法为学习者提供真实的学习参与感,而真实参与感的缺失将无法促进学习者保持较高的学习动机。因此,区块链技术助力现代教育发展还需思考如何保持学生的学习参与感。虚拟技术与区块链技术的深度融合有望较好解决这一问题。两者的结合将建立一个可实时交互的虚拟分布式学习空间,进而形成新的智能教育生态(见图 10)。具体体现在三个方面。(1)形成教育资源新生态,实现教育资源共享化。虚拟分布式学习空间的建立将有效打破各个教育机构或学校之间的壁垒,实现跨机构、跨学校和跨地区的教育资源共享,突破传统的地域教育资源垄断限制,进而在一定程度上缓解教育资源分配不均的问题。(2)形成学习同伴新生态,实现学习同伴多样化。虚拟分布式学习空间通过整合物联网技术,将来自不同地区、不同国家、不同城市

的学习者聚集在一起,使学习者能够体验到不同地域之间的教育文化差异。同时,与虚拟同伴之间的实时交互,也能够有效激发学习者的参与感。(3)学习记录新生态,实现学习记录透明化。虚拟分布式学习空间能够同时记录学生的学习行为和学习成绩,并将这些数据保留在云端区块链公共数据库中。同时,由于每一个数据节点间的数据交换都需通过数字签名技术的验证,因而这种学习记录方式能够保证数据的高度真实性。

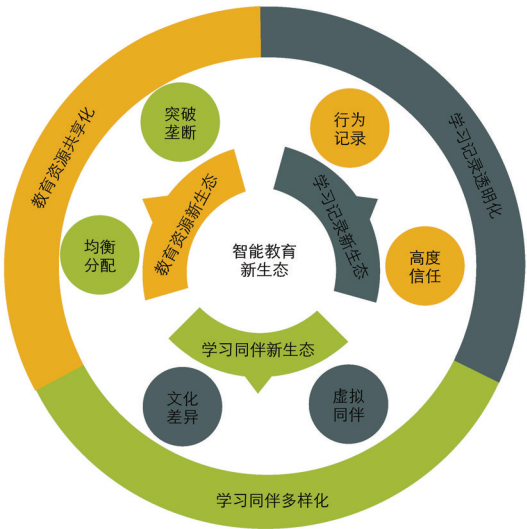


图 10 智能教育新生态

参考文献:

[1] 陶 VR. 虚拟现实:从梦想到现实[M]. 北京:电子工业出版社,2017:37-42.

[2] 赵一鸣,郝建江,王海燕,等. 虚拟现实技术教育应用研究演进的可视化分析[J]. 电化教育研究,2016(12):26-33.

[3] 教育部关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知[EB/OL]. (2018-06-05)[2020-09-21]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201806/t20180607_338713.html.

[4] 教育部关于加强和改进中小学实验教学的意见[EB/OL]. (2019-11-29)[2020-09-21]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2019n/2019_zt4/sxx/fbh/xwfbh/201912/t20191202_410498.html.

[5] DEDE C J, JACOBSON J, RICHARDS J. Introduction: virtual, augmented, and mixed realities in education [M]//LIU D, DEDE C, HUANG R, et al. Virtual, augmented, and mixed realities in education. Singapore: Springer, 2017: 1-16.

- [6] 杨现民,潘青青,李冀红,等. 利用技术变革教与学——访哈佛大学教育技术专家克里斯·德迪教授[J]. 中国电化教育,2016(3):1-7.
- [7] MAYER R E. Cognitive theory of multimedia learning[M]//MAYER R, MAYER R E. The Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2005: 31-48.
- [8] MACÍAS-DÍAZ J E. Numerical study of the transmission of energy in discrete arrays of sine-gordon equations in two space dimensions[J]. Physical Review, 2008, 77(1): 1-9.
- [9] DUNLEAVY M, DEDE C. Augmented reality teaching and learning[M]//SPECTOR J M, MERRILL M D, ELEN J, et al. Handbook of research on educational communications and technology. New York: Springer, 2014: 735-745.
- [10] HU H Z, FENG X B, SHAO Z W, et al. Application and prospect of mixed reality technology in medical field [J]. Current Medical Science, 2019, 39(1): 1-6.
- [11] ALFALAH S F M, FALAH J F M, ALFALAH T, et al. A comparative study between a virtual reality heart anatomy system and traditional medical teaching modalities [J]. Virtual Reality, 2019, 23(3): 229-234.
- [12] TAGG J. The learning paradigm college[M]. Bolton, MA: Anker Publishing Company, 2003.
- [13] SHAULES J. Deep learning: unconscious cognition, the intuitive mind, and transformative language learning[J]. Juntendo Journal of Global Studies, 2018, 3: 1-16.
- [14] PAUL R, ELDER L. The miniature guide to critical thinking concepts & tools[M]. Washington DC: Rowman & Littlefield, 2019.
- [15] MERCHANT Z, GOETZ E T, CIFUENTES L, et al. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: a meta-analysis[J]. Computers & Education, 2014, 70: 29-40.
- [16] KOSZALKA T A, WILHELM-CHAPIN M K, HROMALIK C D, et al. Prompting deep learning with interactive technologies: theoretical perspectives in designing interactive learning resources and environments[M]//PALOMA D, ANDRI I, KAUSHAL K B, et al. Learning in a digital world. Singapore: Springer, 2019: 13-36.
- [17] CUSTERS E J F M. Long-term retention of basic science knowledge: a review study[J]. Advances in Health Sciences Education, 2010, 15(1): 109-128.
- [18] KIM S, HEO R, CHUNG Y, et al. Virtual reality visualization model (VRVM) of the tricarboxylic acid (TCA) cycle of carbohydrate metabolism for medical biochemistry education[J]. Journal of Science Education and Technology, 2019, 28(6): 602-612.
- [19] KAMPHUIS C, BARSOM E, SCHIJVEN M, et al. Augmented reality in medical education[J]. Perspectives on Medical Education, 2014, 3(4): 300-311.
- [20] AU W. High-stakes testing and curricular control: a qualitative metasynthesis [J]. Educational Researcher, 2007, 36(5): 258-267.
- [21] STRANDBYGAARD J, BJERRUM F, MAAGAARD M, et al. Instructor feedback versus no instructor feedback on performance in a laparoscopic virtual reality simulator: a randomized trial[J]. Annals of Surgery, 2013, 257(5): 839-844.
- [22] ALJUHANI K, SONBUL M, ALTHABITI M, et al. Creating a virtual science lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools[J]. Smart Learning Environments, 2018, 5(1): 1-13.
- [23] SUNK T, LINC L, WANGS M. A 3-D virtual reality model of the sun and the moon for e-learning at elementary schools[J]. International Journal of Science and Mathematics Education, 2010, 8(4): 689-710.
- [24] ZHANG P S. Design of virtual reality guide training room based on the modern education technology[M]//JIN Q, JIANG X, PARK J. Frontier and future development of information technology in medicine and education. Dordrecht: Springer, 2014: 1221-1227.
- [25] GARDNER M R, SHEAFFER W W. Systems to support co-creative collaboration in mixed-reality environments [M]//LIU D, DEDE C, HUANG R, et al. Virtual, augmented, and mixed realities in education. Singapore: Springer, 2017: 157-178.
- [26] HODGSON P, LEE V W Y, CHAN J C S, et al. Immersive virtual reality (IVR) in higher education: development and implementation[M]//JUNG T, TOM DIECK M C. Augmented reality and virtual reality. Cham: Springer, 2019: 161-173.
- [27] DENGEL A, MÄGDEFRAU J. Immersive learning explored: subjective and objective factors influencing learning outcomes in immersive educational virtual environments[C]//IEEE. 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE). New York: John Wiley & Sons, 2018: 608-615.
- [28] 张泊平. 虚拟现实理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017: 12-13.
- [29] 邓猛. 融合教育背景下中国特殊教育体系发展研究[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 2016.
- [30] PEACHEY A, GILLEN J, LIVINGSTONE D, et al. Researching learning in virtual worlds[M]. Berlin: Springer Science & Business Media, 2010.

- [31] NG J C. Interactivity in virtual learning groups: Theories, strategies, and the state of literature[J]. International Journal of Information and Education Technology, 2017,7(1):46-52.
- [32] 肖君,姜冰倩,许贞,等. 泛在学习理念下无缝融合学习空间创设及应用[J]. 现代远程教育研究,2015(6):96-103, 111.
- [33] GRIEVES M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication[EB/OL]. (2019-08-05) [2020-09-21]. http://www.aprison.com/library/Whitepaper_Dr_Grievess_DigitalTwin_Manufacturing_Excellence.php.
- [34] 余胜泉. 人工智能教师的未来角色[N]. 中国教师报, 2019-05-01(12).
- [35] 朱永新,徐子望,鲁白,等. “人工智能与未来教育”笔谈(上)[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2017(4):15-30.
- [36] CHEN G,XU B,LU M, et al. Exploring blockchain technology and its potential applications for education[J]. Smart Learning Environments,2018,5(1):1-10.

Perspectives and Future Prospects of International Virtual Reality Education Application: Based on the Literature Analysis of 2015-2020 WOS Core Database

CHEN Yuting¹, YANG Gang²

(1. School of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;
2. College of Teacher Education, Wenzhou University, Wenzhou 325000, China)

Abstract: With the advent of the fourth educational revolution, VR, AR and MR technologies have brought new opportunities for the transformation and remodeling of modern education, and their application in the field of education has become one of the hot spots of educational research in recent years. Therefore, using the CiteSpace visualization knowledge mapping software, this paper conducts mapping analysis, keyword frequency statistical analysis and co-citation literature review on 729 articles collected from the Web of Science database from 2015 to 2020. The results show that virtual reality in the application of education presents a trend to in-depth immersion, and has become the main path of immersive learning. At the same time, the education supported by virtual reality provides a new direction for classroom transformation. The interactive learning environment with its core promotes the development of situational classroom, deep learning and differential teaching. In addition, it provides a new opportunity to improve the educational situation of each discipline and enhance the corresponding educational efficiency by carrying out the educational practice of each discipline based on virtual technology. In the future, it is necessary to integrate 5G to optimize the immersion of virtual reality, and the social development of the special children in our nation will be promoted by building a virtual inclusive education community. In addition, the organic integration of 5G, AI, block chain and virtual reality can not only help to perfect the construction of ubiquitous learning situation and fully realize learners' personalized learning, but also finally form a new ecology of intelligent education.

Key words: virtual reality; virtual education application; immersive learning; classroom transformation; the learning environment

收稿日期:2020-09-21

责任编辑 邓香蓉