

虚拟现实教育应用：追求身心一体的教育

——从北京师范大学“智慧学习与VR教育应用学术周”说起

□ 张志桢

【摘要】

虚拟现实（VR）涵盖了增强现实（AR）、沉浸式VR（头显式和CAVE）、桌面VR等系列技术与产品。2016年被称为“VR元年”。虽然VR产业目前还不成熟，亟待标准化，但全球教育技术领域正密切关注其发展与教育应用。北京师范大学于2016年3月17—24日举办了“2016北京师范大学‘智慧学习与VR教育应用学术周’”。学术周安排了三次讲座，分别从VR增强学习体验、AR技术与用户体验设计、VR教育平台设计角度审视了VR教育应用。学术周为参观者提供了VR教育资源、创作工具和消费级沉浸式VR设备三类体验产品。参与观察表明：儿童在VR世界中的轻松自如与创作热情令人惊叹。理论分析表明：VR作为机器，应定位于和人类教师协同提供更有效的学习机会；VR作为教学媒体，是课堂教学的强化媒体，更需要学生主动参与；具身认知观确立了身体和体验在认知与学习过程中的合法地位，奠定了VR教育应用的学理基础；经验学习理论强调获得经验不等于有效学习，要提供反思经验的机会。VR教育应用案例的分析表明，VR有七大教育功能：体验、探究、训练、矫正、交流、创作与游戏。VR具备重塑教育的潜力，但VR大范围变革教育的路还很长。本文建议利益相关者协同推进，政府应建立产学研用结合的VR教育应用实证研究体系；研究机构应积极整合资源，开展高生态效度的基础研究；产业需尊重教育规律，重视VR世界中师生的自主性；学校和教师应成为专家学习者，从教育角度思考、尝试VR应用。以典型案例为依托，发展VR学科教学法是推动VR教育应用的基本路径。

【关键词】 虚拟现实；VR；增强现实；AR；具身认知；经验学习；教育媒体；教育应用；教育功能

【中图分类号】 G420

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009—458x(2016)06—0005—11

一、引言

虚拟现实（Virtual Reality，VR）设备的出现比个人计算机还要早。1968年，伊万·萨瑟兰（Ivan Sutherland）制造出了第一个头戴式显示系统^[1]，而第一台个人计算机Altair 8800的问世则是在七年之后^[2]。我国VR研究始于20世纪70年代初，主要集中在航空航天领域。^[3]在个人计算机席卷全球之时，VR却一直待字深闺，不为世人所知。实际上，由于VR技术的独特作用，其基础研发以及在军事、航空航天等领域的应用一直很受重视。2006年国务院颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》将VR技术列为信息领域优先发展的前沿技术之一。受计算机软硬件技术的限制，VR产品一直未

能成为大众消费品，自然少有人关注。2014年3月，Facebook以20亿美元收购VR厂商Oculus，并宣称VR将成为未来的计算平台。这点燃了资本对VR的热情。2014—2015年，VR领域共进行了225笔风险投资，投资额达35亿美元。^[4]2016年，主流厂商的消费级VR产品进入市场，故2016年被媒体称为“VR元年”。受其影响，教育技术领域也日益关注VR。^[5]

鉴于对VR教育应用广阔前景的预判和对我国教育、教育技术领域VR研究与实践的相对滞后的担忧，北京师范大学于2016年3月18—24日举办了“2016北京师范大学‘智慧学习与VR教育应用学术周’”，活动包括智慧学习研究成果发布、产学研成果展览及教育产品体验。VR教育应用是学术周的重点，安排了三个讲座和三类VR产品体验。

3月17日,智慧学习研究院联席院长、网龙网络公司董事长刘德建先生做了题为“VR对教育的影响”的主旨演讲。3月19日,创奇思公司中国业务副总裁钱国强先生做了“利用AR/VR设计教育体验”的讲座(“AR”为Augmented Reality,即增强现实)。3月23日,北京师范大学虚拟现实技术应用教育部工程中心主任周明全教授做了题为“V-Learning:基于虚拟现实的教育”的讲座。

学术周提供了三类VR产品供参观者体验:一是VR教学资源,如“八大行星”“火灾逃生”等;二是VR内容创作工具与虚拟环境设计工具,即网龙的VR 3D建模软件和99智能家居设计软件;三是消费级VR设备,包括HTC Vive、Oculus Rift和三星Gear。

二、学术周讲座与VR产品体验概况

(一) 刘德建:VR增强学习体验

刘德建的演讲以及随后的问答主要围绕三个主题展开:VR技术的发展、VR增强了学习体验以及VR产业现状。

第一,VR是下一个计算平台,会对娱乐、游戏、教育、医疗等行业产生深刻影响。VR技术近期的爆发,主要归因于消费类产品的批量问世,如HTC Vive、Oculus Rift、索尼PS VR、三星Gear VR、谷歌Cupboard,售价从799美元到20美元不等,为用户提供了多样化的体验与选择。正如VR之父托马斯·费内斯(Thomas Furness)所说:“VR改变社会,从教育开始!”对于学校教育,VR首要的作用是引起学生的学习兴趣;对于家庭教育,VR能够让孩子坐下来安心学习。

第二,VR能够显著增强学习体验。VR对教育的影响首先体现在提升学习体验上,VR支持:

(1) 沉浸式学习。借助VR,学生可以“现场”体验现实生活中很难或无法体验的场景。刘德建特别强调VR能够创造出一个让学生体验成功,不会感觉到低人一等的场景。例如,哈佛大学Dede教授团队开发的River City,让学生进入19世纪末的美国小镇,帮助小镇居民解决传染病肆虐的问题。由于学生具备现代生物学、医学知识,还能用互联网检索资料,在调查研究过程中与小镇居民交谈时,会发现自

己见识更广,这有助于学生体验成功,增强自信心。

(2) 交互式学习。VR不但可以再现真实场景,还具有很强的交互性,能够实现电脑和学生1:1交互,创造个性化学习环境。生动的情境激发学生的参与兴趣,VR中的交互式学习可以达到类似网络游戏趣味性与挑战性并存的境界。

(3) 高效率学习。一方面VR能够“占领”学生的视觉、听觉甚至触觉等多个感觉通道,多感官的参与可以提高学习效率。另一方面VR切断了学生与周围世界的感官联系,让学生“沉浸”在与学习内容的交互过程中,隔离了外界干扰,学生很难走神,这是高效率学习的前提。

第三,产业发展支撑教育应用。VR应用需要硬件、技术、内容和平台协同发展,目前硬件、技术厂商在VR产品开发中已投入巨大努力,但内容提供商则相对冷静得多,而内容和平台的搭建恰恰才是VR最核心的价值。当前,教育类与游戏类VR内容的比例已达到4:6,即VR企业相当重视教育。VR资源的开发主要采用3D建模和全景视频拍摄两种方式。应努力降低3D建模的技术门槛,提供便捷的建模工具、基础模型库和交易展示平台。

(二) 钱国强:AR技术与用户体验设计

钱国强在讲座中介绍了创奇思公司的AR发展过程,解释了为什么AR在教育中会有用武之地,并以其产品iButterfly为例介绍了该公司在移动AR用户体验设计方面的经验,最后分享了该公司的AR教育产品。

创奇思公司于2009年开始AR战略与技术研究,2010年推出结合地理信息的AR手机应用程序,2013年iButterfly获得世界级奖项,2014年开始研发AR教育产品,2016年发布云端AR DIY平台。

钱国强认为AR的教育应用空间很大,因为教育活动有很强的情境性,识别情境能更好地帮助学生。AR在情境感知方面已有很多积累,已能够实时识别情境的某些线索。VR和AR长于提供场景,适当的场景能引发真正的学习需求。

在情境识别技术方面,AR需要在真实世界的图像上实时动态叠加可交互的对象,为使所叠加的对象在当前情境下有意义,手机必须能够识别出情境中的特定物体,例如人脸、商标、文字及地理位置等。创奇思在字母、货币、特定产品(例如乐高玩偶)、人

类表情识别等方面有成功经验,而情境或空间识别是难点。此外,AR技术主要关注视觉和听觉,但嗅觉、触觉也需要开发出产品和应用场景。

创奇思致力于利用AR技术提供用户体验优良的移动服务。公司在移动商业应用方面有丰富经验。例如应用程序iButterfly把优惠券发放变得生动有趣。程序根据用户位置,获取厂商的优惠券,将优惠券以飞舞的蝴蝶的形式叠加到现场画面;用户以手机为“网”,捕到蝴蝶,就拿到了优惠券。将优惠券发放变成用户能够主动参与的游戏。出色的用户体验使这一服务大受欢迎:在香港,合作品牌达200多个;已成功进入11个国家和地区。

创奇思有三类教育产品:一是DIY图像。儿童在平面图上填色后,透过手机摄像头,可以看到对应事物的三维动画,增强了趣味性,扩展了学习机会。二是AR扩展实景英语学习活动。利用AR技术扩展印刷教材,手机感知书本中的形象后,即可展示数字资源。三是AR DIY云平台。提供安卓和iOS手机AR开发的API与云服务,简化AR应用开发。

(三) 周明全:VR教育平台

周明全认为充分利用VR技术,有助于缓解学生学业负担过重、教育质量不高这一沉重的社会问题。周明全详细阐述了支持虚拟学习的VR教育平台的构想。虚拟学习指用可视化的方法呈现学习内容,在VR环境中交互学习,以客观方法进行真实评价。虚拟学习充分利用计算机可视化技术,将教学内容与评价结果可视化呈现;而VR技术的沉浸性、交互性和构想性,则有助于激发学生的主动性,培养学生的创造性思维,提高学习效率。

可视化与虚拟现实学习系统(维乐学习系统,WiLE)^①能够实现教学内容可视化、教学环境虚拟化、教学过程交互化、教学评价客观化。教学内容可视化的关键技术包括数字教学资源的建模方法、实物教学资源的生成方法(3D打印)和知识可视化方法。教学环境虚拟场景化的关键技术包括教学模型云平台建设、教学模型资源的检索方法以及教学环境虚拟场景的构建方法。教学过程人机交互化方法包括教师交互方法、学生交互方法、构建统一的人机交互模

型、交互原语描述和交互任务构造。教学效果的客观真实化评价方法包括基于3D打印和可视化实验结果的教学效果评价、基于可视化技术的质量评价方法和学生听课注意力的反馈评估。

(四) VR产品体验

VR产品是一种体验型产品,须亲身体验才能真正认识VR技术。学术周期间智慧学习研究院在北京师范大学主楼四季厅部署了VR体验环境。

三天的开放体验,参观者络绎不绝。绝大多数体验者都是第一次体验VR技术。体验过程中夸张的表情和动作以及后续的交流都表明绝大多数体验者都感到相当震撼。不少人甚至反复体验。

体验者中有不少中高年级的小学生。与成人相比,儿童对VR适应得更快。例如HTC Vive办公室VR体验中,当成人还在小心翼翼地探索、不时咨询身边工作人员下一步如何操作时,小学生们已经在VR办公室中喝了咖啡、扔丢了纸飞机,甚至还复印了照片。另一个发现是,和成人相比,小学生对于VR环境中3D建模、家居设计,即虚拟世界中的创造活动,更加积极投入,而且兴趣持久不衰。

这些发现仅仅基于三天的非正式观察,不足以得出令人信服的结论。但将我们的观察与“Minecraft发布三年左右注册用户即超过1亿人且玩家以青少年为主”^{[6][7]}这一现象对照分析,似乎有理由相信VR环境下的设计、创造活动,对儿童和青少年有着天然的吸引力。

三、虚拟现实技术与虚拟现实产业现状

(一) 虚拟现实:从真实环境到虚拟环境

虚拟现实技术以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围真实环境在视、听、触感等方面高度近似的数字化环境,用户借助必要的装备与数字化环境中的对象进行交互作用、相互影响,可以产生亲临对应真实环境的感受和体验。^[6]根据环境中虚拟成分的比重,可以将环境分为现实环境(Real Environment)、增强现实(Augmented Reality, AR)、增强虚拟(Augmented Virtuality, AV)和虚

^①维乐学习系统(WiLE),即Virtual Reality、Visualisation,两个Vi合起来构成Wi,LE是Learning Environment,即学习环境。编者注。

拟现实 (Virtual Reality, VR)。现实环境中没有虚拟成分, AR是将虚拟物件置于现实环境中, AV将真实物体放入虚拟环境, 而此处的VR特指沉浸式VR, 即环境中所有物件都是虚拟出来的。不同类型VR在“沉浸”程度上有所差异, 教育应用应特别关注沉浸式VR、增强现实 (AR) 和桌面VR^{[9][10]}。

沉浸式VR最引人注目, 它借助特定硬件设备, 将用户的感受 (至少是视觉和听觉) 与周边的物理环境切断, 利用计算机为用户模拟出一个完全虚拟的环境。从硬件看, 沉浸式VR可以分为头显式 (即头盔式显示器, 如Oculus Rift) 和洞穴自动虚拟环境 (Cave Automatic Virtual Reality, CAVE, 是安装了投影和动作捕捉系统的专门房间)。沉浸式VR环境具有三个特性: 第一, 自主性, 即环境在某种程度上能够自己运行, 独立于用户的干预。第二, 现场感, 让使用者有现场感, 自身是环境的组成部分。现场感很高时, 完全采用自然交互, 用户界面就消失了。第三, 交互性, 即用户与环境的交互是合乎逻辑的, 尽管一开始逻辑规则可能不明确, 但随着时间流逝, 逻辑逐渐浮现, 且保持稳定。^[11]学术周用户体验的是沉浸式VR产品。

增强现实 (AR) 也备受关注, 它展示给用户的是带有覆盖图的真实世界。覆盖图上标有附加信息, 如, 当用户注视某个建筑物的外墙时, 半透明的眼镜可以显示出电线和管道的安装位置。^[12]Google Glass是典型的AR产品。

桌面VR为用户创造一种“世界之窗”的感觉。它不具备产生沉浸感的条件, 但可以让那些有桌面显示器的用户实时地自由操作一个环境, 或者操作一个有着某些限定的环境。^[13]Second Life、Minecraft等3D游戏均为桌面VR。

(二) 虚拟现实产业现状

2016年4月, 工业和信息化部电子技术标准化研究院发布了《虚拟现实产业发展白皮书》(以下简称“《白皮书》”), 描述了当前中国VR产业的发展状况, 并提出了相关政策建议。^[14]

《白皮书》指出: VR产业链长, 产业带动比高, 涉及产业众多, 包括虚拟现实工具与设备、内容制作、发布平台、行业应用等。VR的行业应用有望全面展开, 文化内容将日趋繁荣, 技术体系和产业格局也将初步形成。

VR产业快速和健康发展需要标准和规范引导, 目前标准严重缺失, 整个产业链发展就像戴着脚镣在跳舞。VR内容呈现方式多样, 没有统一标准, 各类虚拟现实设备之间无法互联互通, 成为制约虚拟现实大规模产业应用的关键因素。

VR效果的局限性主要体现在可信性不足。虚拟环境的可信性是指虚拟环境符合人的理解和经验的程度, 包括物理真实感、时间真实感、行为真实感等。可信性不足主要表现在三个方面: 一是虚拟世界的表征缺乏逼真的物理、行为模型; 二是在虚拟世界的感知方面, 有关视觉合成研究多, 听觉、触觉 (力觉) 关注较少, 真实性与实时性不足, 基于嗅觉、味觉的设备还不成熟; 三是在与虚拟世界的交互中, 语音识别等自然交互的效果不理想。

综合《白皮书》的主要观点, 目前我国VR行业仍处于起步阶段, 供应链及配套还不成熟, 硬件设备、软件工具、内容生产等各层面的标准化工作迫在眉睫。

四、虚拟现实教育应用的理论分析

在VR产业与教育行业秋波频频之际, 适当的理论分析有利于厘清VR教育应用的定位与可能。从人类与机器的关系看, VR应与教师配合, 帮助专家把工作做得更好; 作为教学媒体的VR, 要求学生的更多参与, 而言语是课堂教学的基本媒体, VR是强化媒体; 具身认知观确立了身体和体验在教育过程中的合法地位, 为VR教育应用开辟了广阔的空间; 经验学习理论提醒人们获得经验不等于有效学习, 要为学生学习者提供反思、分析经验的机会。

(一) 从人类与机器的关系说起

曾经的在线教育从业者、美国哲学家安德鲁·芬伯格 (Andrew Feenberg) 写道: “每当引入一种新的教育技术时, 就有人主张用人与技术之间的互动来代替思想交流的过程。但是, 教育要涉及对话和教师的积极参与, 这是教育过程的基础, 在任何新的教育工具的设计中都应该考虑这种因素。”^[15]VR以一种新型人机交互技术进入教育, 首先要考虑的也是VR与“人”, 尤其是与教师之间的关系。由于VR背后是计算机、云服务、大数据、机器学习和智能技术等, 这些技术综合起来, 很难不让人去想象利用机器代替人

类教师。

蒂尔和马斯特斯关于人类与机器差异的论述,对于思考VR与教师的关系很有启发性:“人类和机器所擅长的工作存在着本质上的差异。人类有意识,擅长在复杂情境下制订计划、做出决策,但不擅长大量数据的处理。计算机则恰恰相反,擅长高效的数据处理,却做不出人类很轻松就能做出的基本判断。”^[16]因此,“和计算机合作得到的成果远高于与人交易得到的成果”^[17]。信息技术浪潮席卷之下,各行各业的工作方式均有巨大变化,都需要仔细斟酌人类与机器的关系问题。“好老师也不只是精通自己教授的学科知识,他们还必须了解如何根据学生的兴趣和学习方式调整教学方法……计算机或许可以执行部分任务,但不能有效加以整合。法律、医疗、教育领域的先进技术不能替代专家,只能帮助专家做得更好。”^[18]

可汗学院创始人萨尔曼·可汗(Salman Khan)认为:“(新技术)能提升老师的状态并鼓舞其斗志,让他们得以从繁重的工作中解脱,利用更多时间实施教学或为学生提供帮助。”^[19]这一观点和蒂尔等人的观点一致,都强调教育系统应充分发挥人类教师和计算机的优势,共同为学生提供高质量的学习机会。

如何让VR帮助教师做得更好,是我们思考VR技术教育应用的出发点。

(二) 教学媒体观

教学媒体一词强调了技术的教学信息承载功能。教育技术领域经典教材《教学媒体与技术》(第七版)为VR专辟一小节,认为其核心在于扩展经验,使得学习者能够与环境交互,是掌握新观念的绝佳方法。作为一种教学媒体,VR体验最靠近戴尔经验之塔底部的“有目的的直接体验”^[20];其优势为安全、可扩展和提供探究机会,缺点是费用高、复杂和内容有限^[21]。

马歇尔·麦克卢汉(Marshall McLuhan)认为“热媒介要求的参与程度低;冷媒介要求的参与程度高,要求接受者完成的信息多”。^[22]尽管麦克卢汉并未严格界定冷、热媒体,主要从两两对比中揭示其含义,但这一视角对于基于媒体的教学活动设计有参考价值。从这个角度看,从电影、视频变为沉浸式VR影视,作为教学媒体而言,可能会造成从热媒体向冷媒体的转换。电影、电视可以借助蒙太奇,即镜头剪

接,引导观众去关注特定对象,是高清晰度的,用户不需要太多积极的参与;而转变为沉浸式全景视频后,用户需要自己确定关注点,即要求更多主动参与。

目前,学校教学环境中存在多种媒体,VR进入这一生态系统后,会造成媒体间关系的变化。芬伯格认为:“无论教育在什么地方进行,都必须仔细地把基本媒介与强化工具分开,并正确地分配强化工具的用途。言语是课堂上的基本媒体,实验室、电影、幻灯片、教科书、计算机演示等是辅助设施。……混淆了基本媒体与辅助强化工具将在教育学中导致没有教师的教育谬误。”^[23]

从VR作为教学媒体的角度看,VR很早就已进入教学媒体研究者的视野;影视资源VR化后,可能会存在变“冷”的可能;对于课堂教学而言,言语是基本媒体,作为辅助强化媒体的VR需要与其他各种媒体共同完成教学信息的传递。

(三) 具身认知观

认知是人类基本的心理过程,与学习、教学关系密切。20世纪80年代以来,基于“计算机隐喻”的第一代认知科学受到实证发现和思想实验的双重夹击,第二代认知科学,即具身认知科学(embodied cognitive science),成为认知研究的新取向。^[24]

具身认知科学强调三个方面^[25]:一是认知的涉身性。认知不能脱离身体,认知依赖于有机体的物理和生理过程。二是认知的体验性。个体在与外界环境中的事物相互作用时,会产生身体状态的改变,这种改变会引发相应的身体和心理体验,个体的认知和对世界的观点即来自这种身心体验。三是认知的环境嵌入性。环境/情境是保证认知的不可缺少的条件,认知的内容、过程和方式与身体紧密相关,身体是处于环境中的身体,因此认知同样应扩展至认知者所处的环境。

自古希腊开始,身体在教育与教学过程中就受到贬抑或忽略。教育与教学效果体现在“脖颈”以上,与“脖颈”以下的身体无关。身体要么是通向真理的障碍,要么仅仅是一个把心智带到课堂的“载体”或“容器”。学习被视为一种可以“离身”的精神训练。具身认知挑战了这种教育观念。^[26]

殷明等从具身认知的视角审视教育,提出:第一,“体验”是获取知识不可缺少的途径,个体知识

体系的构建依赖于自身的感知、体验及由此产生的对外界事物的解释。从具身认知的角度而言,采用输入式的知识传授方式违背了人类认知的基本规律,难以帮助学生内化所学所知,无法达到对知识的真正透彻领悟与把握。因此,应追求身心融合的体验式教育。第二,情境是左右学生学习过程并且影响教学效果的重要因素。教师是否能够引发学生的具身效应,学生在学习过程中是否能产生具身体验,都取决于教学情境的生动性与逼真性,情境越生动、越逼真就越能引发个体的身体体验。^[27]

创设高度真实的情境正是VR最基本的功能,可以想象在VR资源极大丰富的情况下,教师具备了将学生“瞬间转移”到任意场景的能力,学生可以随时体验到任何现实或者虚拟的情境。从这个意义上讲,VR技术是具身认知观点下教育的必然选择,具身认知理论奠定了VR教育应用的学理基础。

(四) 经验学习视角

常识和研究都警示我们:经验不等于学习。迈克尔·波斯纳(Michael I. Posner)认为,“没有反思的经验是狭隘的经验,至多只能成为肤浅的知识”。大卫·库伯(David Kolb)的经验学习模式认为,从经验中学习包括四个阶段:具体经验、反思与观察、抽象概念化、积极实践。库伯认为学习者应在这四个阶段中往复循环,从而产生不断上升的复杂体的学习螺旋^[28]。

库伯的经验学习模式适用于VR环境下获得的经验。这里强调三点:一是经验反思属于元认知活动,是结构不良问题解决活动,对于低年级学生具有很高的认知难度,教师需要提供诸如问题清单等“支架”,将活动结构化,降低反思难度。二是个体反思是基础,但同伴集体的反思活动对于发现个人思维盲点更为重要。三是VR环境应该为反思活动提供帮助,例如有些VR系统有活动“录像”功能,学生在VR环境中活动的回放能够提高反思的客观性;VR系统可以内置反思性问题,帮助学生监控任务完成过程。

五、虚拟现实的教育功能

学术周讲座已提及VR的教育功能,本节对已有研究进行了梳理,更为系统地从VR所支持的学习活

动类型角度阐述VR的教育功能。不同功能对于教师角色、教学模式的要求不同,VR发挥的功能取决于教师的教学设计,这里更关注活动的教学功能。尽管功能多种多样,本文赞同思维型课堂教学的基本观点^[29]:只有当学生仔细观察,基于证据进行推理并对思维过程进行自我反思时,换句话说,只有当学生积极思维时,VR材料才能有效促进学生的学习。这是VR促进学习的基本原则。

(一) 体验

本小节中“体验”取其狭义,等同于学校的“参观访问”活动,即“把学生带到教室外,研究实际过程、人和物,目的是让学生通过亲身体验,获得经验”^[30]。对于学校教育而言,学科课程是主体,教学内容以系统的间接知识为主,通过参观访问为学生提供具体经验,有助于激发学习兴趣,降低认知难度,帮助学生理解抽象原理。

VR,尤其是沉浸式VR,在这方面有特别的优势:独特的“在场”感使体验更加真实;VR具有交互性,学生可以“动手做”,比视频、动画等多媒体呈现更加“具身”;VR的构想性,即感官刺激由计算机实时生成,环境仅受想象力的限制,具有无可比拟的灵活性。

从教学法层面看,VR体验在常规课堂教学框架之下通常不需要教师调整教学法,但为保证教学效果,教师需要仔细设计教学活动。罗伯特·海涅克(Robert Heinich)等提出的计划、准备、实施、跟进四阶段模型对于VR体验的教学设计极具参考价值。^[31]

从VR环境或内容的角度看,其设计要注意如下方面:第一,内容的真实可信性。感知觉、动作和触觉体验逼真是最基本的要求,除此以外,还要保证其在科学、历史、社会、伦理等层面的真实性。第二,内容的教学性。和常规影视相比,VR影视更“冷”,观看过程更需要学生的积极参与,在激发学生主动性的同时,会增大学生之间在体验上的差异。由于沉浸式VR设备的独特性,教师如何准确感知学生体验是个新的挑战。第三,内容的不可替代性。需要精心选择学习的重点和难点,创新设计为学生提供有利于学习的独特体验。应主动借鉴商业、娱乐等领域的创新VR体验设计,如宜家家居的应用让顾客可以在VR中体验宜家厨房,可以“根据成年人或儿童的不同身高

体验不同的视角”^[32]，这一设计充分体现了VR的独特优势：能够使用户从感官层面真正站在别人的视角看世界。

（二）探究

探究指诸如基于问题的学习、项目学习以及研究性学习等教学模式，学生通过有意义的问题解决，掌握知识，发展学科能力、问题解决能力、交流合作能力和自我调节学习能力。VR可以创造出复杂的物理、生物、天文等系统，学生可以在虚拟空间中解决真实问题，在这一过程中实现深层次知识建构。VR世界中探究性解决问题的优势，除了安全、低成本（系统构建好之后），还体现在系统可以根据需要为学生提供支架等帮助信息；此外，系统可以记录探索过程，动态诊断学生的学习情况。

由于课程标准对于探究能力培养的重视和VR系统的优势，已有的VR教育系统大多数用于支持学生在特定自然与人文社会学科的探究活动。例如，在ScienceSpace学习平台中，学生可以探索牛顿运动定律；美国约翰逊太空中心虚拟物理实验室支持学生做虚拟实验，探索力学规律；密苏里大学高新技术中心的虚拟哈莱姆区项目，再现了纽约哈莱姆区20世纪初期的风貌，学生不但能够在虚拟街区中穿行，还可以与历史人物交互，探索社会、环境问题的解决^[33]。

近年来，AR在探究活动中的应用日益广泛。在一篇关于AR教育应用的综述中，研究者列举了10个科学、4个历史、2个博物馆和动物园以及3个其他（语言/数学等）项目。EcoMobile项目不但能够基于当前位置呈现科学信息和探究问题，而且能够显示“此地”的历史：同一地点曾经有哪些同学开展过探究活动，他们的发现和問題是什么。^[34]这一创造性的设计，为学生的探究活动提供了更具历史感和社会性的背景。

VR探究活动在教学法层面上对于教师的挑战更大。研究表明，项目学习等探究教学的实施要求教师在教学理念、教学实施与评价上做出很大调整，需要共同体支持以及反复的实践、反思、学习。^[35]

（三）训练

训练或练习是技能发展的基本途径。由于VR仿真训练系统复杂、昂贵，在学校教育中的应用并不普遍，但在军事、医学、工业领域中实训设备造价高昂

或者危险性高的领域，培训与演练是最早的VR应用领域^[36]。

技能可大致分为简单技能与复杂技能。简单技能的自动化程度高，即执行过程几乎不需要有意识地监控；技能的支撑知识简单；技能运用几乎不受情境影响。复杂技能则不同，由于技能运用需要考虑具体情境，因此需要有意识地监控与调整，同时技能需要复杂、有组织知识支撑。在基础教育的中低年级，存在大量的拼音、识字、计算等简单技能；随着年级升高，所学技能逐渐复杂；到了高等教育，尤其是职业教育，复杂技能逐渐成为专业教育主体。

对于简单技能，可利用VR游戏增强技能训练的趣味性和反馈性。在职业教育中，“VR技术为高职实践教学改革提供了广阔的空间，而高职实践教学的职业本位性也对VR实践教学提出了明确的要求”^[37]。随着VR技术的应用，职业教育领域“实训内容、实训手段、实训模式都将发生深刻的变革，传统的校内、校外实训基地模式将向着校内、校外实训基地与虚拟现实实践实训相结合的教育模式发展”^[38]。

复杂技能的发展需要元认知的介入，即需要给学生反思、分析个人表现的机会。因此，能够有效支持复杂技能发展的VR技能训练系统不能仅是模拟仿真，还要内嵌各类知识、错误诊断与反馈，提供反思分析机会；为了迁移，即在未来真实情境中解决职业问题，训练系统应尽可能多地让学生体验技能应用的真实场景，而这正是VR最大的优势之一。

（四）矫正

矫正包含由心理健康问题引起的行为矫正和对感知障碍等生理、心理功能的补偿措施。

VR很早就已引起心理咨询与治疗领域的关注，如1995年就已用于恐高症的治疗^[39]。VR暴露疗法是现实情境暴露疗法的替代性治疗形式。研究表明，该疗法对于幽闭恐惧症、恐高症等焦虑障碍是有效的。被试经过治疗后，重新获得对情境的控制感。VR暴露疗法结合功能性磁共振成像（fMRI）用于心理治疗，是未来的发展方向^[40]。

在VR环境中，特殊儿童可以充分调动视觉、听觉、触觉等多种感觉进行学习和训练，不仅能够弥补传统教学方式和康复治疗的不足，更提高了安全性和实效性。国内外研究者与实践者在肢体障碍儿童的肢体康复训练、视力障碍儿童的视觉康复训练、听力障

碍儿童的语言训练和课堂教育以及注意缺陷多动儿童、自闭症儿童和智力障碍儿童治疗等多个领域都开展了富有成效的研究^[41]。

由于我国人口基数大,有行为和心理矫正需求的人口绝对数量大,随着社会发展和人们观念的转变,VR在这一领域的应用前景十分广阔。

(五) 交流

VR将以计算机为中介的人际交流或者人机交流变得更有现场感,这对语言学习、远程讲授和辅导教学极为有利。

语言学习领域对VR的关注由来已久。例如,VILL@GE项目是欧盟“2007—2013年终身学习整体行动计划”资助的语言学习革新项目。该项目旨在利用Second Life为语言学习者创设虚拟学习环境,通过虚拟会面、交流和游戏鼓励学生用所学语言表达思想,使学生在“真实”的社交情境中通过交际实践增强语言运用能力和跨文化交流能力。^[42]

VR中的远程讲授与辅导。2006年秋,哈佛大学利用Second Life开设了“CyberOne:公众舆论法庭中的法律”课程,两位老师在现实和虚拟世界中协同开课,校外学生在Second Life中上课,在校生则面对面上课。校外学生的课程讲座、视频、讨论和办公时间全部在Second Life中进行。^[43]

对我国而言,VR环境下的讲授与辅导还有特殊的意义。为促进教育均衡发展,我国实施了“教学点资源全覆盖”项目,由于教学点已经具备较好的网络条件,借助VR技术,尤其是HoloLens等全息技术,将优质师资远程传送到教学点,对于提高偏远地区课堂教学质量、促进当地教师专业发展具有极高的实践价值。

(六) 创作

创作(make)是动手做出一个物件的活动,可以分为艺术创作、学科模型构建和微世界建模。从具身认知视角看,实际做出一件东西,不管是在虚拟空间,还是在现实世界,都是一个身心一体、动脑又动手的过程,有利于对知识的“体悟”。

对于艺术创作而言,迪士尼动画师格伦·基恩(Glen Keane)利用HTC Vive的Tilt Brush软件画出小美人鱼的视频可谓惊艳。基恩说:“我戴上头盔,就宛若走入画纸之中,直接在画纸的世界中创作。东西南北,所有的方向都为我敞开,在创作空间中的感

受不再像是作画,而更像是在快活地舞蹈,一边不断地为自己的创作惊叹,‘我怎么踏进了这样一个神奇的世界?’”^[44]

马克·威尔逊(Mark Wilson)认为在VR中创造内容和消费内容一样令人兴奋。VR将永久改变设计。VR中艺术创作/设计的独特之处有三点:一是真实可触摸。你可以来回走动,从各个角度观察甚至触摸自己的作品。二是直接。头脑中有了想法,胳膊动几下,一个雕塑就从无到有了。三是移情体验。设计师总是努力站在用户的角度看世界。在VR中,不仅能够从他人的视角体验,而且能从他人的视角设计,能够立刻感受不同设计所带来的体验的差异。^[45]

学科模型构建指为促进学科知识学习,让学生在VR环境中创建符合特定学科规则的模式。VR支持灵活的学科建模。以化学为例,学生在VR中不仅能够360°观察化学分子模型,还能够自由组合原子,形成分子,然后可进入宏观世界,观察和比较不同原子、不同拓扑结构的物质在化学性质上的差异。

微世界是一种探索性学习环境,提供对真实世界中某些现象的模拟,学习者在这种环境中可以以多种方式创作、探索与试验。^[46]在微世界中,学习者个体或者群体遵循虚拟世界的规则自由建模。全球40个国家的超过7,000个班级采用Minecraft教育版MinecraftEdu。^[47]有研究者认为Minecraft是虚拟乐高,是学生学习构建和操纵空间的现代版本,是通向建筑、3D软件和协同艺术创作的入口;它提供了能够创作、合作和反思的空间,这是艺术课堂所必需的。^[48]

VR创作的成果是数字作品,便于复制、混合、重用与相互关联,因此完成创作内容的同时,也扩展了情境,而新的情境可赋予原有内容以新的意义。从这个意义上讲,共同体的协同创作也就是协同知识建构,随着作品的丰富和进化,共同体对主题的理解也逐步丰富。^[49]

(七) 游戏

游戏是新兴学习文化的一部分。有研究者认为我们的学校现在面临的难题是如何让学生主动去学习艰难、费时、复杂的知识。而游戏显然有这种魔力,值得学校教育借鉴。^[50]

大众对数字游戏的刻板印象与现实并不一致。“尽管游戏曾经是一种单独的或单个玩家的活动——其真实写照就是一个十几岁的男孩放学后独自坐在卧

室里玩任天堂游戏——但是今天，游戏是一项高度协作的活动。”^[51]

研究表明，游戏对于帮助学生学习以事实性知识为主的课程（地理、历史、解剖学等）效果很好，游戏还有助于改善学生的视觉协调性、认知速度和手的灵巧度。但其真正优势在于，能够有效培养学生的21世纪技能：创世类游戏有助于开发学生的规划能力和策略性思维能力；互动类游戏堪称合作能力的伟大教师；至于可以由玩家定制的游戏，则可在培养学生的创造性和创新能力方面发挥重要的作用。^[52]

在各类VR游戏中，特别受到关注的是大型多人在线游戏（Massively Multiplayer Online Game, MMOG）。在玩MMOG时，通过在虚拟团队中工作，学习者掌握有效的沟通技巧，同时也建立信任关系。^[53]MMOG多采用桌面VR，Second Life是典型代表。Second Life是高度可视化的教学平台，能有力支持以视觉学习为主的课程，如地理、地质、航空、人类学和考古学等。Second Life中可开展协作探索、会议等，以写作和沟通能力为核心的新闻学和实地研究课程大受欢迎。Second Life中的工具增强了学习的可能性和活动的整体意义，尤其是对虚拟化身灵活而富有创造性的使用能够为人们提供角色扮演、辩论和自我探索的机会。^[54]

未来随着虚拟现实、移动互联和情境感知技术的发展，游戏虚拟环境的真实可信性会大幅度提高，与现实世界的互动也会更加密切。VR游戏在教育教学中应用的空间巨大。

六、虚拟现实教育应用推进建议

（一）政府：建立产学研用结合的VR教育应用实证研究体系

由于VR系统的复杂性，研究机构和学校很难构建、维持复杂的VR系统。为提高社会运行的整体效益，突出教育需求导向，开发出“有用、好用”的VR产品和有效的VR教育应用模式，政府应引导企业、学校和研究机构建立“闭环”的“需求分析—技术与产品研发—教育实践与应用研究—反馈、更新与报告”VR产品研发与应用研究体系。

政府应通过政策和经费支持VR产业的关键技术研发、建立标准体系、完善产业链；通过专项课题支

持，建立多学科的研究团队，开展基础研究，探索VR环境下认知与学习规律；支持面向特定学科的VR教学系统构建与应用示范。

（二）研究机构：整合资源，提高基础研究的生态效度

在整合资源方面，与企业 and 学校相比，大学等教育研究机构处于更有利的位置，适合作为VR教育应用研究的主导。信息技术领域VR研究的历史最长，而且成效显著。但是，对于VR环境中人类行为的心理学、社会学和教育学研究远远滞后。当前亟待解决的研究问题包括：如蒙太奇之于电影，不同类型的VR产品有没有专属设计语言？^[55]促进学习的VR环境需要多真实？VR世界中的体验对于学生身份感知与认同的影响如何？在虚拟与现实世界间频繁穿越的长期效应怎样？会不会导致同一性混乱？在一种文化中创造出来的模拟或者替代世界会很容易地迁移到另一种文化中吗？^[56]对于历史事件与场景，其他社会文化的模拟的真实性和合伦理性如何评价？

VR环境中开展研究的优势是数据获取的便利性。挑战不仅仅在于用户隐私保护以及大规模、多形态数据如何综合分析，还在于如何保证研究的生态效度。个体和群体的行为不但取决于现实世界的任务要求，还取决于虚拟世界的特征与任务活动设计，如何确保不同VR环境下研究结论的可迁移性？

（三）产业：敬畏教育规律，为师生赋权

对VR技术创新与产品研发而言，企业无疑代表了“最先进的生产力”。但VR应用于教育，不再是技术问题，而成为社会文化问题，是教育变革问题。VR在教育系统中要发挥作用，最终还是有赖于个体行为，需要有“打持久战”的心理准备与实施策略。

教育变革受诸多因素影响，其中变革是否尊重教师已有的教育智慧、是否让教师感到被“赋权”，对于激发教师的积极性和主动性乃至变革的成功至关重要。如前文所述，VR具有体验、探究、训练、创作等多种教育功能，每一种功能对于教师角色与行为的要求都不同。目前的VR内容一旦开发完成，师生很难修改，因此VR教学产品在设计之初就要考虑到如何赋予师生自主权，如何适应师生的个性化需求。

（四）学校和教师：做专家学习者，找准痛点，以点带面

芬伯格认为：“在线教育的实际经验中，技术根

本不是一种预先确定的事物,而是一种环境,是一个教师必须栖居于其中并使其活跃起来的空洞的空间……教师们努力去感受技术,领会到如何激活技术,将他们的‘声音’在技术上表现出来。教师们在这样做时,他们就实施了一种古老的教育传统,即将教育定位在人类关系中而不是设施上。”^[57]

VR的教育潜力变为现实,需要学校和教师的智慧。教师最了解学生学习的“痛点”,教师需立足学生发展、教与学的需求考虑VR的教学活动设计,选择能够提供特定学习体验的VR产品,从“点”开始,积累经验后再逐步扩大范围。学校和教师还应该是“把关人”,相信自己的专业判断力,把无法促进学生发展的VR产品挡在学校门外。

对于VR这一充满可能的新型技术,学校和教师要充分体验和了解,不急于做评价,要做专家型学习者。专家型学习者心态开放,在学习新知识时,会首先尝试理解新知识,而不急于将之与原有知识联系(即直接同化),是就新知识本身的组织来形成新结构。^[58]

(五) 路径:以典型案例为依托,发展VR学科教学法

大规模的变革需要典型案例的引领和支撑。在VR教育应用方面,耳熟能详的是River City(美国哈佛大学)、Quest Atlantis(美国印第安纳大学)、SAVE Science(美国马里兰大学等)等国外案例。尽管我国的VR研究开展得并不晚,但在教育领域,很难发现我们自己的案例。应面向学科核心内容、参照中国学生发展核心素养,设计开发VR学习系统,并重视应用过程中的多学科研究,这样才能深入研究、引领实践。

建议面向各个学科(或者学科组合)、年级段分别开发不同应用模式(重点为体验、探究、训练等)的VR教学系统,尤其是能够有效支持自然科学、社会人文学科的探究式VR系统。在这一过程中,不但有机会推进VR教育经验设计语言的发展,而且有助于发展面向不同学科的VR学科教学法,即某一具体学科内容如何用VR表征,如何设计交互和可视化体验,教师如何利用VR开展教学,从而促进学生身心一体的具身学习——这将是VR教育有效应用的关键。

仓颉造字,“天雨粟,鬼夜哭”。一种新媒体的问

世未必能“惊天地、泣鬼神”,但对于人类认知与学习的影响却深远而实在。言语一直是教育活动的媒体。即使以视频为特色的可汗学院,试想视频之内封装的是什么?如果将视频静音、擦除可汗歪歪扭扭的板书,学习将无从发生。

VR技术的普及使人类历史上第一次能够大规模、低成本地提供“沉浸式现场体验”。这是和言语完全不同的教育媒体,它对教育会有怎样的影响?认知科学的具身认知转向,帮我们将未来之门推开了一道窄缝,窥视之下,VR前景无限:未来的教育应该是身心一体、知行合一,VR是实现这一教育理想的有效工具。

需要特别注意的是,本文的分析是在现有认识和思维方式下做出的,会有局限性。任何技术要起作用都有赖于人的心智模式,技术不仅仅是用来解决问题的,更重要的是它是用来发现和界定问题的。技术需要时间慢慢塑造人的心智模式和行为方式,在完成对人的改造后,人才能自如地运用技术,技术才能真正发挥作用。我们对于VR教育应用的认识、VR教育应用的可能性,需要在反思性实践中慢慢浮现。

[参考文献]

- [1] 尼葛洛庞帝. 数字化生存[M]. 胡泳, 范海燕, 译. 海口: 海南出版社, 1997: 142.
- [2] Wikipedia. Altair 8800[EB/OL]. [2016-04-20]. https://en.wikipedia.org/wiki/Altair_8800
- [3][8][36] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学, 2009(1): 2-46.
- [4][14] 中国电子技术标准化研究院. 虚拟现实产业发展白皮书[R]. [2016-04-14]. [2016-04-20]. <http://www.cesi.ac.cn/uploads/soft/160415/1-160415104627.zip>
- [5] Brown, A., & Green, T. Trends & Issues in Instructional Design, Educational Technology, & Learning Sciences[EB/OL]. [2016-04-18] [2016-04-20]. <http://trendsandissues.com/>
- [6] Wikipedia. Minecraft[EB/OL]. [2016-04-20]. from <https://en.wikipedia.org/wiki/Minecraft>.
- [7] 腾讯游戏. 爱扑网络郭谦: 同一个世界 Minecraft 同一种文化[EB/OL]. [2016-03-18]. [2016-04-20]. <http://games.qq.com/a/20160318/054239.htm>
- [9][11][13][33][46] 戴维·乔纳森, 简·豪兰, 乔伊·摩尔, 罗斯·马尔拉. 学会用技术解决问题——一个建构主义者的视角[M]. 任友群, 李妍, 施彬飞, 译. 高文, 审校. 北京: 教育科学出版社, 2007: 246-250, 249, 250, 251-252, 233.
- [10][12][39] Shneiderman, B., & Plaisant, C. 用户界面设计——有效的人机交互策略[M]. 张国印, 李健利, 等, 译. 北京: 电子工业出版社, 2006: 176-179, 178, 178.

- [15][23][57] 安德鲁·芬伯格. 技术批判理论[M]. 韩连庆, 曹观法, 译. 北京: 北京大学出版社, 2005: 146, 157, 162.
- [16][17][18] Thiel, P., Masters, B. 从0到1: 开启商业与未来的秘密[M]. 高玉芳, 译. 北京: 中信出版社, 2015: 194, 195, 199.
- [19] Salman Khan. 翻转课堂的可汗学院[M]. 刘婧, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2014: 195.
- [20][21][30][31] Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. Instructional Media and Technologies for Learning[M]. 影印版. 高等教育出版社, Pearson Education 出版集团, 2002: 242, 253-254, 303, 91.
- [22] 麦克卢汉. 理解媒介: 论人的延伸[M]. 何道宽, 译. 北京: 商务印书馆, 2000: 51-52.
- [24] 丁峻, 陈巍. 具身认知之根: 从镜像神经元到具身模仿论[J]. 华中师范大学学报: 人文社会科学版, 2009(1): 132-136.
- [25][27] 殷明, 刘电芝. 身心融合学习: 具身认知及其教育意蕴[J]. 课程·教材·教法, 2015(7): 57-65.
- [26] 叶浩生. 身体与学习: 具身认识及其对传统教育观的挑战[J]. 教育研究, 2015(4): 104-114.
- [28] Kolb, D. A. *Experiential Learning: Experience as the Source of learning and Development* [M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984: 23.
- [29] 林崇德, 胡卫平. 思维型课堂教学的理论与实践[J]. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2010(1): 29-36.
- [32] 腾讯数码. 宜家推出VR应用程序 可用虚拟现实体验厨房[EB/OL]. [2016-04-06] [2016-04-20]. <http://digi.tech.qq.com/a/20160406/008971.htm>
- [34] Dunleavy, M., & Dede, C. Augmented reality teaching and learning [A]. // J. M. Spector, M. (2009). D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop The Handbook of Research for Educational Communications and Technology. (4th ed.). New York: Springer: 735-745.
- [35] Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Blunk, M., Crawford, B., Kelly, B. & Meyer, K. M. Enacting Project-Based Science: Experiences of Four Middle Grade Teachers[J]. The Elementary School Journal, 1994(5): 517-538.
- [37] 王金岗. 虚拟现实技术在职实践教学中的应用研究[J]. 中国职业技术教育, 2011(23): 76-80.
- [38] 张建武, 孔红菊. 虚拟现实技术在实践实训教学中的应用[J]. 2010(4): 109-112.
- [40] 王广新, 李立. 焦虑障碍的虚拟现实暴露疗法研究述评[J]. 心理科学进展, 2012(8): 1277-1286.
- [41] 王庭照, 许琦, 赵微. 虚拟现实技术在特殊儿童教学与训练中的应用研究[J]. 华东师范大学学报: 教育科学版, 2013(9): 33-40.
- [42] 马冲宇, 陈坚林. 基于虚拟现实的计算机辅助语言教学——理论、方法与技术[J]. 外语电化教学, 2012(11): 28-33.
- [43][51][53][54][56] 柯蒂斯·J·邦克. 世界是开放的: 网络技术如何变革教育[M]. 焦建利, 主译. 上海: 华东师范大学出版社, 2011: 261-262, 270, 268, 264-265, 271.
- [44] 天极网手机频道. 画出灵魂的轮廓 HTC Vive遇上迪士尼动画师[EB/OL]. [2015-09-25] [2016-04-20]. <http://mobile.yesky.com/87/97719087.shtml>
- [45] Willson, M. Why Virtual Reality Will Change Design Forever[EB/OL]. [2016-04-11] [2016-04-20]. <http://www.fastcodesign.com/3058756/why-virtual-reality-will-change-design-forever>
- [47] King, H. Microsoft is bringing Minecraft into the classroom[EB/OL]. [2016-01-19][2016-04-20]. <http://money.cnn.com/2016/01/19/technology/microsoft-minecraft-education/index.html>
- [48] Overby, A. & Jones, B. L. Virtual LEGOs: Incorporating Minecraft into the Art Education Curriculum[J]. Art Education, 2015(1): 21-27.
- [49] Thomas, D., & Brown, J. S. A New Culture of Learning: Cultivating the Imagination for a World of Constant Change[M]. (Kindle edition). CreateSpace, 2011. posi: 1313-1364.
- [50][52] Dianmandis, P. H., & Kotler, S. 富足: 改变人类未来的4大力量[M]. 贾拥民, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2014: 244-245, 245.
- [55] Bhan, M. Virtual reality will be stuck in limbo until it gets its own language[EB/OL]. [2016-03-06] [2016-04-20]. <http://venturebeat.com/2016/03/06/virtual-reality-will-be-stuck-in-limbo-until-it-gets-its-own-language/>.
- [58] 胡谊. 专长心理学: 解开人才及其成长的密码[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2006: 178-189.

收稿日期: 2016-03-30

定稿日期: 2016-05-20

作者简介: 张志祯, 博士, 讲师, 北京师范大学教育技术学院, 北京师范大学智慧学习研究院副院长(100875)。

责任编辑 单玲