

虚拟现实技术教育应用的潜力、进展与挑战

刘德建¹ 刘晓琳^{1,2} 张琰^{1,2} 陆奥帆^{1,2} 黄荣怀^{1,2}

(1 北京师范大学 智慧学习研究院, 北京 100875;

2 北京师范大学 教育技术学院/知识工程中心, 北京 100875)

[摘要]2016年被称为“虚拟现实元年”产业领域中投身虚拟现实的创业团队呈爆发式增长。教育尤其是基础教育领域,虚拟现实技术的应用还远远滞后于产业技术的发展。实际上,虚拟现实技术的教育应用意味着一系列优化传统教学观念和教学法的行动课题。教育技术的研究者需要理性认识虚拟现实教育应用的潜力,深入分析虚拟现实技术教育应用的现状,着重从教育视角反思存在的挑战。本研究在分析虚拟现实情境认知模型(VRSC Model)基础上认为,虚拟现实技术教育应用的潜力源于其在激发学习动机、增强学习体验、创设心理沉浸感、实现情境学习和知识迁移等方面的优势;虚拟现实技术教育应用目前主要集中在虚拟现实支持学习环境创设、支持技能实训、支持语言学习、支持特殊儿童教育等四大方面;文章最后从技术和教学法两方面分析了虚拟现实技术教育应用面临的挑战。

[关键词] 虚拟现实;VRSC Model;教育应用;教学法

[中图分类号] G720

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2016)04-0025-07

一、引言

计算机与网络技术的飞速发展使人类进入了全新的时代。近年,无论在产业领域,还是在教育亦或是研究领域,“虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)”都当之无愧是个热点。目前,产业领域投身虚拟现实的创业团队呈爆发式增长。工信部2016发布的《虚拟现实产业白皮书》显示,2015年中国虚拟现实行业市场规模15.4亿元,2016年预计达56.6亿元,2020年预计超过550亿元。由此,2016年被称为“VR元年”。对于这一说法,中国虚拟现实与产业化联盟常务副理事长、教育部虚拟现实应用工程

中心主任周明全教授认为,“VR元年”这一说法不是指虚拟现实技术的诞生,而是为了阐述虚拟现实受到关注而在发展中掀起了高潮(周明全,2016)。本研究认为,称2016年是“VR元年”,是指VR投资的元年,而不是VR应用的元年。

虚拟现实技术也被称为“沉浸式多媒体”或“计算机模拟现实”,被认为是21世纪重要的发展学科以及影响人们生活的重要技术之一,是一种综合了计算机图形学、人机接口技术、传感器技术以及人工智能技术等多领域成果的新技术,目标是提高人机交互的功能,达到真实的视觉、触觉、听觉和嗅觉体验效果(Yang et al. 2010)。虚拟现实和可视化技术

[收稿日期]2016-07-08

[修回日期]2016-07-17

[DOI编码]10.13966/j.cnki.kfjy.2016.04.004

[基金项目]国家自然科学基金管理科学部重点项目“基础教育公平实现机制与服务均等化研究”(71433004)的子项目“基础教育服务均等化目标及评价标准研究”。

[作者简介]刘德建,北京师范大学智慧学习研究院联席院长、福建网龙计算机网络信息技术有限公司董事长;刘晓琳,在读博士研究生,北京师范大学教育技术学院;张琰,在读硕士研究生,北京师范大学教育技术学院;陆奥帆,在读研究生,北京师范大学教育技术学院;黄荣怀,博士生导师,教授,北京师范大学教育技术学院(通讯作者),研究方向:智慧学习环境、教育信息化(huangrh@bnu.edu.cn)。

[致谢]本研究得到北京师范大学教育技术学院2015博士生课程“全球视野下的学习技术发展前沿”之“虚拟现实与可视化技术教育应用”专题支持。感谢课程讲座克里斯·迪德(Chris Dede)教授、周明全教授、赵呈领教授、胡卫平教授、曾海军博士、高媛博士、翁仲铭博士、蔡苏博士、乔治·贝卡(Jorge Luis Bacca)等的支持。

是虚拟现实学习环境的核心技术。通过对数据的可视化表达和人机交互的分析,虚拟现实学习环境能够增强用户在计算机虚拟现实中的沉浸感。实际上,具有高度沉浸感的虚拟现实技术的出现可以追溯到二十世纪六十年代娱乐业中的传感影院,其目的是吸引观众的注意(Heiling, 1962)。到二十世纪八十年代,虚拟现实技术开始应用于娱乐业外,尤其是职业教育和培训,如利用虚拟现实技术模拟训练飞行员。到二十世纪九十年代,美国研究人员在科学空间(Science Space)将虚拟现实技术引入基础教育和高等教育,研究项目包括:细胞生物学(Cell Biology)、全球变化(Global Change)、虚拟大猩猩展览(Virtual Gorilla Exhibit)等。我国也高度重视虚拟现实技术的教育应用,截至2016年教育部已批准300个国家级虚拟仿真实验教学中心(教育部,2016)。近期,科协科普部公布35个虚拟现实科技馆项目的建设(中国科学技术协会,2016)。

实际上,我国虚拟现实应用还远滞后于产业的发展。作为教育技术的研究者,我们首先需要理性地认识虚拟现实技术教育应用的潜力,深入分析虚拟现实技术教育应用的现状,从教育的视角反思存在的挑战,提出未来发展方向。

二、虚拟现实情境认知模型

虚拟现实作为学术术语最早源于萨瑟兰(Sutherland, 1965)的论文“The Ultimate Display”。该论文从计算机显示和人机交互两个层面提出虚拟现实世界的思想,推动计算机图形图像等技术的发展和头盔显示器、数据手套等人机交互设备的研究。虚拟现实能够通过计算机、图形工作站以及其他相关设备生成逼真的三维多感官环境,使参与者感觉身临其境,同时环境也会对参与者的行为产生相应反馈,从而达到人与环境的深度融合和交互。

布尔代亚和夸弗托(Burdea & Coiffet, 1992)将虚拟现实的重要特征归纳为“3I”,即沉浸性(Immersion)、交互性(Interaction)、想象性(Imagination)。

1) 沉浸性:指逼真、身临其境的感觉。用户借助特殊的输入/输出设备,与虚拟世界进行自然的交互,虚拟现实技术为用户提供视觉、听觉、触觉等感官模拟,用户如同身临其境一般。

2) 交互性:指用户感知与操作环境。传统的人

机交互通过鼠标键盘与计算机交互,虚拟现实的交互通过传感器与虚拟环境的任何物体以最自然的方式进行交互。用户对虚拟环境内的物体进行操作体验,如在真实环境一样。例如,用户可以真实感受到物体的下落;手握虚拟杠铃,用户会感受到重力和握力。

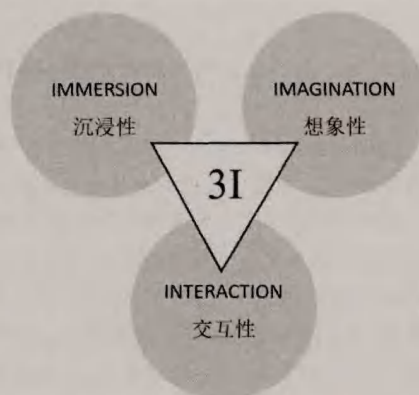


图1 虚拟现实的3I特征

3) 想象性:也指创造性,指用户能在虚拟环境中根据自己与物体的交互行为,通过联想、逻辑推断等思维过程,对未来进行想象的能力。虚拟环境的创建也是由设计者想象出来的,既可能是真实现象的重现,也可以是自身想象的结果。



图2 虚拟现实情境认知模型

本研究提出虚拟现实情境认知模型(见图2)。情境认知理论认为,“学习者”和“环境”是同一学习系统的两大要素,两者相互作用。建构主义强调人的大脑的内部建构过程,情境认知更关注特定的外部情境(Roth W M & Jornet, 2013)。用户对虚拟现实的情境认知涉及沉浸度、交互度、认知度三个维度,

表一 虚拟现实情境认知模型三个维度及水平特征描述

维度	程度	特征
沉浸度	水平 1:多元感知	虚拟现实在视觉感知功能基础上,扩展和增强了听觉、触觉、力觉、运动,甚至包括味觉、嗅觉等感知功能。用户在虚拟现实环境中具有多感官的知觉体验。
	水平 2:心理沉浸	用户在活动中完全专注,完全被吸引并投入到虚拟现实的场景之中,进入沉浸状态。
	水平 3:心流体验	用户在虚拟场景中不受时空限制,非常有动力的全身投入,并被引导出非常享受的心理状态,即心流体验。
交互度	水平 1:设备交互	用户借助于传感器等硬件设备亲身参与,即用户与设备之间的交互。
	水平 2:环境交互	用户与虚拟现实环境的组成要素之间进行交互。用户在虚拟现实环境中的感受与真实环境中的自然感受协调统一。
	水平 3:社会交互	在多用户虚拟环境中,用户之间能自然地进行交流互动。
认知度	水平 1:情境感知	用户从虚拟现实环境中能够获得理性认识。
	水平 2:信息加工	在虚拟现实环境中,用户对收集来的信息进行适当处理。通过实施该过程,用户能够产生新的有效的信息或者知识。
	水平 3:意义建构	在虚拟现实环境中,用户能主动地探索建构,而不是一味地被动接受。

每个维度包含逐层递进的三个水平(见表一),与真实情境中的认知逐步逼近。

三、虚拟现实技术教育应用的潜力

沉浸感、交互性、想象性三大特征极大地克服了传统教学环境的限制,有利于激发学习者的学习动机,增强学习体验,实现情境学习和知识迁移。

(一)激发学习动机,增强学习体验

一般来说,学习动机分内部动机和外部动机。内部动机源于学习者对活动本身产生的愉悦感及满意度。虚拟现实技术通过呈现个性化特征、丰富多彩的媒体形式和刺激性的对话促进学习者的学习动机(Huang et al. 2010)。大量案例证明,虚拟现实可以给学习者带来放松、愉悦、感兴趣等积极情绪,激发学习内部动机(Shim et al., 2003; Limniou et al., 2008; Huang et al., 2010)。

学习动机不仅受学习者个体内部因素影响,还受学习环境等外部因素影响。虚拟现实技术可创设逼真的场景,提供动态的高交互设置,学习者在其中显示出较高的学习动机和参与度。无论是虚拟仿真校园、模拟飞行空间,还是数字博物馆,虚拟现实技术都能将学习者置身于解决真实问题的情境中。除问题解决外,学习者在虚拟现实中学习,往往伴随着角色扮演(Role Playing)。学习者被赋予明确的角色,如进行手术的主刀医生等。学习者尤其是青少

年学习者常习惯于这种自我表征方式,且会通过角色表达所思所想所感。更重要的是,这种学习体验会激发学习者的创造力和想象力。

(二)实现情境学习,促进知识迁移

情景学习理论认为知识是学习者在一定情境中主动建构的,强调知识与情境之间动态地相互作用。根据赫林顿和奥利弗(Herrington & Oliver, 2011)的认识,情境学习环境有以下特点:1)提供反映知识可以运用于真实生活的情境;2)提供真实的活动;3)为学习者提供获知专家思考和解决问题过程的机会;4)提供多角色以及多视角选择;5)支持知识的协同构建;6)关键时刻提供学习支架;7)对学习环节进行针对性反思;8)清晰地表达;9)对基于任务的学习进行综合评估。

传统教学备受批判的主要原因,是传统教学脱离具体真实的情境,导致学生知识迁移能力不足,迁移率低、迁移意识不强。情境学习致力于解决这种挑战,通过设置与生活情境类似的情境,促进学习的发生。虚拟现实技术支持情境学习的发生。虚拟现实技术能够提供丰富的感知线索以及多通道(如听觉、视觉、触觉等)的反馈,帮助学习者将虚拟情境的所学迁移到真实生活中,满足情境学习的需要(Huang & Liaw., 2011)。周明全(2016)教授认为,虚拟现实是促进教育变革的重要技术。虚拟现实能解决教学内容和知识的可视化,增强学习的沉浸感,

增加师生、生生及学生与环境之间的交互。

四、虚拟现实技术教育应用进展

(一) 虚拟现实技术支持学习环境创设

虚拟学习环境的创设通常有三种基本类型:

1) 虚拟仿真环境设计

在虚拟仿真环境中,学生做他们在真实世界中无法做到的事,例如,可以触碰按钮从而改变虚拟森林环境四季的变化,观察环境按照生命线移动的各种变化,也可以学习操作真实环境中危险而不能触碰的大型机器。虚拟现实技术为师生创设了直观的学习环境,便于学生理解和应用知识,便于教师及时调整教学方法。教学计划、教学法都围绕模拟的环境进行设计。虚拟仿真环境适合教师教授程序性知识,使学生应用所学到的技能完成包含多个行为序列的学习任务。

2) 建构主义活动设计

建构主义学习理论认为知识的建立和学习发生在已有知识经验的基础上,学习者在一定情境下利用必要的学习资料,通过意义建构的方式获得。学习活动的设计对于建构主义学习理论在教学中的应用至关重要。在虚拟学习环境中,通过学习活动的设计,学生利用工具按照自身经验和兴趣建构虚拟环境,或者在已有虚拟环境当中,通过探究建构知识。例如,“怪物卡车(monster truck)”学习项目中,学生为每个行星设计一个“怪物卡车”,然后驾驶这辆卡车到达星球表面。学生要取得成功,必须先学习了解这个星球的特征(如重力等)和车辆工程学知识。这种基于活动的方法非常有效,因为学生在其中创造性地学到很多知识。

3) 学习体验设计

学习体验指用户借助虚拟现实技术进入虚拟学习环境中,对所学知识等产生相应的认识和情感。多用户虚拟学习环境(Multi-User Virtual Environment,简称MUE)是当前教育游戏中较常用的虚拟现实环境。多用户虚拟学习环境运用虚拟现实和增强现实技术,创建的第一人称视角下的虚拟世界,可以为教师和学生提供教学环境。

“第二人生”(Second Life)是早期典型的基于Web 3D技术的多用户虚拟环境。雅尔蒙(Jarmon, 2009)等对利用“第二人生”多用户虚拟学习环境进

行研究生间的跨学科交流学习研究表明,“第二人生”的学习环境使用基于项目的方法能够有效促进学科的发展和交流。研究同时表明,使用创造体验式教学设计,让学生有机会开展社会实践项目,能够正向增强他们的学习体验。

VRChat是当前国际上最流行的虚拟现实应用软件,它克服了Skype与Facetime等即时通讯软件所缺乏的沉浸感,为用户提供线上可视“房间”,用户通过头戴设备把自己映射到“房间”内,与“房间”内的其他用户进行互动。加拿大不列颠哥伦比亚大学利用VRChat开展远程与沉浸式教学,在一定程度上实现了虚拟现实技术与教育的结合。

(二) 虚拟现实技术支持技能实训

虚拟实训是利用网络技术、多媒体技术、仿真技术等基于虚拟实训系统的一种新的模拟实训方式。与真实环境下的实训室相比,虚拟实训系统具有改善教学环境、节约办学成本、规避安全风险、激发学生兴趣的优点。虚拟现实技术打破传统课堂中“教师讲课,学生听课”的教学思维,将学生变为主体,给予他们更多的机会探索学习,促进学生主观能动地学习。飞行模拟器训练是虚拟现实技术在职业技能实训中的应用。飞行员在“真实”的飞行环境中进行训练,视觉、听觉、触觉有“真实”的感受,有助于提高飞行技能。

除职业技能培训外,虚拟实验也是当下虚拟现实技术在教育中的应用热点。依据虚拟实验PDR层次模型,虚拟实验通常分三种类型,即模拟性试验、探究性实验、实证性实验(黄荣怀,2012)。在模拟性试验中,学习者利用化学药品、天平、砝码等实验工具,操作类型多样的化学实验,近距离地观察燃烧、爆炸等化学现象;探究性实验更多的是用来展示物理、化学、生物等课程中特殊的事物,将难以描述的现象以更直观的方式呈现出来。实证性试验强调在实验者和被实验对象分离的情况下开展以解决真实问题为目标的虚拟实验。新加坡国立大学设计开发的基于网络的远程机器人操作系统是其典型代表,学习者可以通过操作该机器人进行试验,完成实验数据的记录。

(三) 虚拟现实技术促进语言学习

技术促进学习(Technology Enhanced Learning, TEL)泛指用技术支持的一切学习活动(黄荣怀,

2010)。技术促进语言学习是技术促进学习在语言学习系统中的应用。相较于技术促进学习,技术促进语言学习更关注技术如何促进人类的语言学习,以及人如何利用技术开展语言学习。

一般的技术在促进语言学习方面存在以下问题:缺乏机会向学习者提供预览所要学习的技能;学生很难灵活地获取资源;无法灵活地改变已经预设好的物理情境以满足多样化的学习需求(Lan et al, 2014)。虚拟现实技术可以为学习者提供所需的语言环境,在虚拟现实创设的游戏场景中学习语言。

蓝玉如(2015)教授招募来自台北某小学的132名四至六年级学生,利用虚拟现实技术进行两个单元的英语教学。结果显示,学生在对话和语句方面的学习成效显著。韩国研究者李松俊(Soojeong Lee, 2013)依据量表将60名五年级小学生分为高害羞组和低害羞组。经过六周虚拟现实环境的口语练习,两组学生的“自我表述”成绩均提高,其中高害羞组的成绩提高得更显著。研究结果证明了虚拟现实环境提升了学生的表达能力,尤其是日常生活中容易害羞的学生。

(四)虚拟现实技术支持特殊儿童教育

自闭症儿童在心理和行为上有多方面的缺陷,其中社会方面的严重缺陷是其最重要的特征,这一缺陷成为教育工作者对自闭症学习者进行教育的阻碍(孙圣涛, 2003)。自闭症儿童社会交往障碍具体体现在社会交流、情感表达、自我认知等方面。有研究表明,使用虚拟现实技术对自闭症学习者进行教学干预,会取得一定的成效(Lorenzo et al., 2016; Didehbani et al., 2016)。

迪达巴尼(Didehbani, 2016)发表了关于虚拟现实技术影响自闭症儿童社交技巧的研究。30个患有自闭症的7-16岁学习者在五周内完成了10次时长为1个小时的社会交流干预学习。研究者分别在前后测中测量自闭症儿童的情感识别、社会归因、注意力和执行功能。经过10次学习后,自闭症学习者在情感识别、社会归因、类比推理的执行功能方面取得显著进步。结果显示,虚拟现实平台是改善社会障碍的一种有效治疗选择。洛伦佐(Lorenzo et al., 2016)为7-12岁的自闭症儿童设计一款沉浸式虚拟现实系统,该系统允许学生在结构化社交场合进行社交练习,并且通过计算机视觉系统自动确

定孩子们的情绪状态。结果显示,利用虚拟现实系统学习的自闭症儿童情绪能力显著提高。

上述案例可以发现,虚拟现实技术在教育中的应用范围广泛,既适合于基础学科教学又能促进专业技能的学习,优势显著,效果良好。随着虚拟现实元年的到来,我们有理由相信虚拟现实技术的教育应用会有更广阔的前景。

五、虚拟现实技术教育应用的挑战

(一)技术挑战

在技术方面,市场上主流的厂商,如Oculus VR、三星Gear VR、Google Cardboard,以及HTC Vive等都面临技术挑战,主要体现在:1)分辨率不高。有研究表明虚拟现实的分辨率至少要达到4k甚至更高的画质,而当前大多数VR头显所能提供的分辨率远远不够,这在一定程度上影响了沉浸式体验的实现。2)不能无线连接。Oculus Rift和HTC Vive等虚拟现实头显需要连接电脑端的HDMI接口。尽管三星Gear VR设备不存在这样的问题,但需要专门的用于虚拟现实技术的三星手机的支持。虚拟现实技术要在未来得到普及,必须实现无线连接,且不需要额外的电脑硬件作为动力支持。3)缺乏视觉或触觉反馈。当用户戴上虚拟现实头显后,无法觉察现实世界周围发生的事情,因此虚拟现实技术需要添加视觉或触觉反馈等提醒用户现实世界中发生的一切。4)健康问题。研究显示,长期使用虚拟现实头显会产生一系列的健康问题,如晕动症、疲劳和恶心等。5)教育资源设计和开发技术门槛高。学科教师很难像设计开发课件那样设计和开发虚拟现实资源。公司尽管有虚拟现实资源设计和开发专业团队,但是其资源质量的高低很大程度上取决于公司设计和开发人员对教学内容和教学方法的理解和把握。虚拟现实技术需要改进其高难度的资源开发和设计技术,方便普通教师按照自己的需求设计相关资源。在这方面,网龙华渔已经开始探索打造易用的VR编辑器。

(二)教学法挑战

1. 认知负荷控制。在虚拟环境下活动,学生有时难以把注意力集中在学习活动上(Maciasdiaz, 2008),虚拟世界过多的功能和丰富的模拟场景会干扰学习者对重要内容的注意。虚拟现实为了创造

沉浸性体验往往采用多元信息传送方式,例如声音、图像、文字甚至力感等信息。多渠道的信息传递、丰富的刺激容易提高单位时间内工作记忆的认知负荷,造成认知负荷超载。因此,沉浸性虚拟现实空间环境的构建、学习材料的呈现和组织应参考认知负荷理论的相关原则,例如避免冗余效应、分散注意效应等进行设计。

2. 有效的学习监控和评估工具的开发和使用。在虚拟环境中学习,教师较难监控教育过程的开展,难以辨别学生在虚拟世界中究竟是在玩还是在学习。个案研究表明(Maciasdiaz, 2008),教师可以通过虚拟化身的肢体语言观察学生的表现,但相比传统课堂教学,虚拟世界下的行为表达不容易识别,也可能不够真实。这在客观上要求针对虚拟环境下的学生学习行为和过程,开发有效的监控和评估工具,以帮助教师了解学生的学习表现,并适时提供引导和干预。然而,当前面临的挑战是:尽管虚拟现实学习系统可以记录学生的学习过程数据,但对于如何利用这些数据有效监控学习行为、评价学习结果,还没有成熟的解决方案。

3. 对虚拟身份与真实身份交互作用的认识。虚拟世界的身份表征通过虚拟化身实现,虚拟化身的行为可能与真实环境下用户的行为不同。在传统教室环境下,教师通常能根据长期积累的经验判断学生的行为模式和行为习惯,并根据这种判断选择合适的教学方法和教学手段。虚拟学习环境中,学习者都有虚拟化身,其学习行为也可能表现出新的规律。这就要求教师进行探究,掌握虚拟环境下的社会互动的行为特点,同时需要研究学生虚拟化身和真实身份的交互作用,比如学习者倾向于选择具有哪种外貌特点的虚拟化身,学习者对他人虚拟化身的反应是否影响与其表征的真实人物的互动,虚拟人物的外表如何影响对其所传达信息的感知等。

虚拟现实技术作为一种新型技术应用于教育领域还处于初级阶段。各个行业都在积极探索如何利用虚拟现实技术帮助实现自身的实质性转变,“VR+教育”是其中之一。“VR+教育”不仅强调产业领域为教育提供相关的装备、终端、应用系统、平台以及内容的研发,更强调如何做好虚拟现实技术与STEM教育、创客教育、创业教育、教师培训等实践需求的对接。虚拟现实教育应用的本质不在于增加

新的教学工具,而在于引入新的教学方式和教学文化。这是虚拟现实技术教育应用的重点和难点。我们相信,随着技术的不断发展完善以及与教育理论的深度融合,虚拟现实在教育领域会发挥着越来越重要的作用。

[参考文献]

- [1] Burdea G C, Coiffet P. (1992). Virtual reality technology [J]. Presence Teleoperators & Virtual Environments, 12(6):663-664.
- [2] Didehbani, N., Allen, T., Kandalaft, M., Krawczyk, D., & Chapman, S. (2016). Virtual reality social cognition training for children with high functioning autism [J]. Computers in Human Behavior, 62:703-711.
- [3] Heiling, M. (1962). Sensorama simulator [DB/OL].. Retrieved from <http://www.mortonheilg.com/>.
- [4] Huang, H., Rauch, U., & Liaw, S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach [J]. Computers & Education, 55 (3): 1171-1182.
- [5] Huang, H., & Liaw, S. S. (2011). Applying situated learning in a virtual reality system to enhance learning motivation [J]. International Journal of Information and Education Technology, 1 (4): 298-302.
- [6] 黄荣怀,陈庆,张进宝等(2010). 关于技术促进学习的五定律[J]. 开放教育研究, 16(1):11-19.
- [7] 黄荣怀,郑兰琴,程薇(2012). 虚拟实验及其学习者可信度认知[J]. 开放教育研究, 18(6):9-15.
- [8] Jarmon L, Traphagan T, Mayrath M, et al. (2009). Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life [J]. Computers & Education, 53(1):169-182.
- [9] Herrington, J. Oliver, R. (2011). Critical Characteristics of Situated Learning: Implications for the Instructional Design of Multimedia [EB/OL]. <http://www.konstruktivismus.uni-koeln.de/didaktik/situerteslernen/herrington.pdf>.
- [10] Lan, Y. J., Wei, H. H., & Chiu, Y. L. (2014). Virtual English village: A task-based English learning platform in Second Life [J]. Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE 2014): 625-629.
- [11] Lan Y J. (2015). Contextual EFL Learning in a 3D Virtual Environment [J]. Language Learning & Technology, 19(192):16-31.
- [12] Lee, S. (2013). Can speaking activities of residents in a virtual world make difference to their self-expression? [J]. Educational Technology & Society, 16 (1), :254-262.
- [13] Limniou, M., Roberts, D., & Papadopoulos, N. (2008). Full immersive virtual environment CAVETM in chemistry education [J]. Computer & Education, 51, 584-593.

- [14] 刘华益, 汪莉, 单磊等(2016). 虚拟现实产业发展白皮书 5.0 [R]. 中华人民共和国工业和信息化部.
- [15] Lorenzo, G., Lledó, A., Pomares, J., & Roig, R. (2016). Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders [J]. *Computers & Education*, 98, 192-205.
- [16] Maciasdiaz, J. E. (2008). Numerical study of the transmission of energy in discrete arrays of sine-Gordon equations in two space dimensions [J]. *Physical Review E Statistical Nonlinear & Soft Matter Physics*, 77(2):981-984.
- [17] Roth W M, Jornet A (2013). Situated cognition [J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews Cognitive Science*, 4(5):463-478.
- [18] Shim, K.-C., Park, J.-S., Kim, H.-S., et al. (2003). Application of virtual reality technology in biology education [J]. *Journal of Biological Education*, 37(2): 71-74.
- [19] Sutherland(1965). The Ultimate Display [C]. *Proceedings of the IFIP Congress*: 506-508.
- [20] 孙圣涛(2003). 自闭症儿童的社会缺陷及其早期干预研究介绍 [J]. *中国特殊教育*, (3):68-72.
- [21] 谢明初(2009). 情境认知理论对数学教育的意义 [J]. *教育研究*, (8):69-73.
- [22] Yang, J. C., Chen, C. H., & Chang Jeng, M. (2010). Integrating video-capture virtual reality technology into a physically interactive learning environment for English learning [J]. *Computers and Education*, 55(3):1346 - 1356.
- [23] 周明全(2016). 虚拟现实高潮迭起 VR 教育前景可观 [N]. *中国电子报*, 2016-06-14.
- [24] 教育部(2016). 2015 年国家级虚拟仿真实验教学中心入选名单公示 [EB/OL]. [2016-7-10]. http://www.moe.edu.cn/s78/A08/A08_gggs/s8468/201601/t20160112_227676.html.
- [25] 中国科学技术协会(2016). 中国科协科普部关于公布第一批虚拟现实科技馆项目入选名单的通知 [EB/OL]. [2016-7-10]. <http://www.cast.org.cn/n17040442/n17041423/n17052304/17173146.html>.

(编辑:徐辉富)

The Application of Virtual Reality Technology in Education: Potential, Current Situation and Challenges

LIU Dejian¹, LIU Xiaolin^{1,2}, ZHANG Yan^{1,2}, LU Aofan^{1,2}, & HUANG Ronghuai^{1,2}

(1. Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. R&D Center for Knowledge Engineering, School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: The year 2016 is dubbed as "The Prelude of the Virtual Reality Era" with the number of entrepreneur teams engaging in the field of virtual reality registering an explosive growth. However, VR application in education, especially in K-12 education, lags far more behind the development of industrial technology. In practice, VR application in education means an array of practical tasks overturning traditional teaching concepts and pedagogics. For education technology researchers, they should first recognize the potential of the application of VR and visualization technology in education in a rational way, and conduct in-depth analysis on the status quo of the application of VR and visualization technology in education, with which they can reflect upon the challenges from the perspective of education. By analyzing the VRSC Model, this research assumes that the potential of VR technology application in education roots in its advantages in triggering learning motive, enhancing learning experience, building the sense of mental immersion and realizing situated learning and knowledge transfer; currently VR technology application in education is largely concentrated in four facets including the support of learning environment creation, professional skills training, language learning and exceptional child education; finally, it stipulates the challenges facing VR application in education from the aspects of technology and pedagogics.

Keywords: virtual reality; VRSC Model; educational applications; pedagogics