

沉浸式虚拟现实教学对学习效果促进作用研究

郑成冰 曲克晨

(国家开放大学,北京 100039)

摘要:随着虚拟现实技术的不断发展,越来越多的研究人员将这一技术应用到教育教学领域。文章以某初中的24名学生为研究对象,运用实验法严格控制实验变量,使被测者的年龄、认知发展水平等因素对实验结果不造成干扰,确保教学方式是唯一的影响因素。通过设置实验组和对照组,对学生使用VR设备之后的学习效果进行客观测量。研究表明,虚拟现实技术对策略性知识的学习有显著的促进作用,学习者对VR设备的使用体验与学习效果呈正相关,虚拟现实技术与沉浸教学的结合有利于提高学生的学习效果。

关键词:虚拟现实;沉浸理论;学习效果

一、研究背景

(一)虚拟现实技术的概述及其对教育的影响

虚拟现实技术又被称为“灵境技术”,是集计算机仿真技术、计算机图形学、多媒体技术等于一体的一种综合技术。最主要的特征是利用计算机生成一种三维模拟环境,通过多种传感设备使用户“投入”到该环境中,实现用户与该环境直接进行自然交互^[1]。目前虚拟现实技术已广泛应用于军事、医疗、航天以及商业活动等领域^[2]。近年来在教育领域的应用,已经有了惊人的发展,越来越多的大学和私立研究中心参与创新或研究虚拟世界的教育^[3]。虚拟现实技术开发的原型和应用针对不同类型的用户(儿童,大学生,成年人,认知或身体障碍学生等),涵盖各种教学内容(科学,艺术,身体运动或运动认知技能等)和教学目标(改进学习,指导,

培训,康复,发展现实生活技能)^[4]。

虚拟现实技术之所以在教育领域发展迅速,是因为大多数的教育研究者认为它有利于学习^[5]。在“增强教育现实:元回顾与跨媒体分析”中共选出了26篇文章进行分析,主要比较VR教学和非VR教学的方案的差别;在提供了重要的文献综述的同时,得出了VR教学具有优越性的结论。从客观方面来讲,虚拟现实技术有望促进:抽象概念可视化;观察肉眼无法观测到的物质或事件(微观或宏观);可以进行因时间、距离或安全等因素而不能进行交互的活动^[6]。从主观方面来讲,虚拟现实技术构建的3D环境能够:吸引学生,激发学生的学习兴趣,提升概念的理解;降低认知负荷,释放短时记忆,使学生注意力相对集中;使学生成为真正的知识探索者,在学习过程中逐步建构自己的知识体系^[7]。

收稿日期:2019-11-5

作者简介:郑成冰,硕士,研究实习员,研究方向:教务学籍管理;曲克晨,硕士,研究实习员,研究方向:教育信息化,教育管理。

(二)虚拟现实技术与沉浸学习的结合

心理学家 Mihaly Csikszentmihalyi 提出了沉浸理论(flow theory)^[8],当人们在进行活动时如果完全投入情境当中,注意力专注,并且过滤掉所有不相关的知觉,即进入沉浸状态^[9]。沉浸学习是将沉浸理论运用到学习领域的成果,当学生的学习达到沉浸状态时,完全无视其他的干扰因素,充分享受学习带来的快乐,获得忘我的体验,达到最佳的学习状态。因此将沉浸理论应用于教学实践,不仅能够充分发挥学生的认知主动性,提高学习效果,而且能够激发学生的灵感,培养创造力^[10]。随着计算机技术的发展,沉浸理论逐渐延伸到人机交互领

域,尤其是虚拟现实技术的发展为沉浸学习的实现提供了技术支持,通过营造逼真的环境和利用设备实现人机交互调动受教育者的全部感觉器官,使受教育者全身心地投入到仿真的虚拟环境中去,达到沉浸体验^[11]。只有通过将沉浸学习内涵和特征的分析与虚拟现实技术及其应用特点比较,才能充分将虚拟现实技术和沉浸理论相结合。Jackson & Marsh 总结了产生沉浸体验的9个因素,包括:明确的目标、迅速的反应、消除干扰等(表1)^[12]。随着虚拟现实技术的不断发展,有的学者总结了虚拟现实教学的特点^[13],现将两者的内涵及特征进行了比较(表1)。

表1 沉浸学习与虚拟现实技术对比表

沉浸学习	虚拟现实技术
明确的目标	教学内容为一项技能的练习、一个概念的学习和理解,目标明确,不存在其他学习内容的干扰。
迅速的反馈	交互进入高级阶段,快速高精度的反馈,使用者的输入可呈现给其的界面发生迅速的变化,使用户产生真实感。
挑战与技能之间平衡关系	以学生的认知水平为基础,创设适合不同年龄段的虚拟环境,教学任务富有挑战性、趣味性、以此激发学生的学习兴趣,保持学习动机。
行为与认识相结合	学生亲自操作虚拟环境中的物体,不仅可以感受到物体的重量、边缘、质地等特征,还能反复练习技能,在学习知识的同时提高操作能力。
消除干扰	通过硬件设备,使学习者完全与外界隔离。
失败无不良后果	帮助学生避免在真实实验操作过程中,有可能面临的各种危险,使学生能够放心大胆地去尝试。
对时间的感觉发生改变	当学习者“沉浸其中”时,会产生一种潜心于体验的感受。
自我意识消失	达到的沉浸效果既可以是物理的感觉,也可以是纯粹的精神状态。使用者会产生“临场的感觉”,会完全融入环境。
带有目的的行动	每个虚拟现实教学内容的设计,都是围绕一个特定的主题。

通过比较,不难发现虚拟现实技术对沉浸学习效果具有促进作用。因为技术的原因,以前的沉浸教学只能应用于外语教学课堂中,在其他学科的学习中很难营造让学生沉浸其中的环境。虽然,目前虚拟现实技术在教育领域还处于初步尝试阶段,尚未大规模地引入课堂,且与传统课堂相比其是否具有更高的学习效果还不得而知。但因其能够创造逼真的情境甚至是现实世界难以接触的事物,所以

在各类学科中有广泛的应用前景。本文的研究重点是将二者结合,基于虚拟现实技术的沉浸教学是否能够产生更好的学习效果。

二、理论基础

(一)沉浸理论

早期的沉浸理论认为挑战(challenge)和技能(skill)的平衡是影响沉浸感的主要因素:若挑战太高,使用者对环境会缺少控制能力,而产生焦虑或

挫折感;反之,挑战太低,使用者会觉得无聊而失去兴趣。1985年,马西米尼和卡里根据研究对技能和挑战的关系进行了全面的梳理,最终得到了8种组合关系:①高挑战和中等技能:激发;②高挑战和高技能:心流;③中等挑战和高技能:掌控;④低挑战和高技能:厌倦;⑤低挑战和中等技能:轻松;⑥低挑战和低技能:淡漠;⑦中等挑战和低技能:担心;⑧高挑战和低技能:焦虑。它们间的动态组合关系如图1所示。

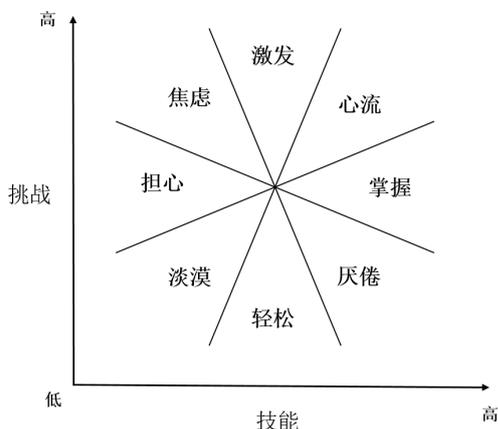


图1 沉浸模型的8种组合关系图

(二)建构主义理论

知识观:强调知识的动态性,个体的知识是由人建构起来的,知识的意义也是由个人建构起来的。学习观:学习是学习者主动地建构自己知识经验的过程,即通过新经验与原有知识经验的双向的相互作用。教学观:教学要激发学生原有的相关知识经验,促进知识经验的“生长”,促进学生的知识建构活动,以促进知识经验的重新组织、转换和改造^[14]。

(三)知识的分类

皮连生(1991)根据知识和学习的特性,将知识分为了以下三种类型:(1)陈述性知识。主要是指言语信息方面的知识,是个人根据一定的线索能够陈述的知识,用于说明事物“是什么”“怎么样”“为什么”等问题;(2)程序性知识。主要是指“做什么”“怎么做”的知识,是一种实践性的知识;(3)策略性知识。是关于“如何学习、如何思维”的知识,是调节自己的注意、记忆、思维的能力的知识。

三、研究假设

根据具体的学习方式和任务特征,高媛等学者

将虚拟现实的学习体验分为观察性学习、操作性学习、社会性学习、科学研究这四种类型^[15]。观察性学习是指,利用虚拟现实技术可以任意转换物理空间中的事物,甚至是现实世界中不可能直接观察的,还可以将抽象的知识具象化。利用虚拟现实技术进行教学,可以将抽象的陈述性知识形象生动地展示出来,使学生深刻地了解知识的内部结构。因此本研究作出以下假设(图2):

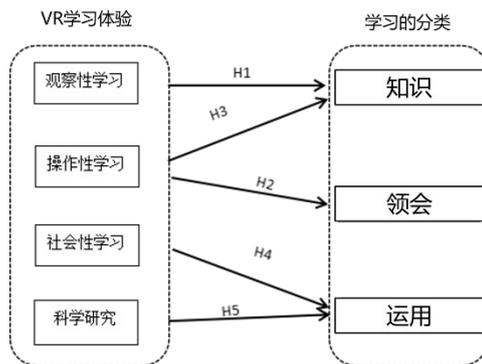


图2 理论框架模型

H1:基于VR的观察性学习体验对知识的记忆有正向作用。

操作性学习是指,学习者可以动手操作来学习知识,并获得行为结果和操作反馈。一方面,学生可以在虚拟环境中反复操作练习并获得及时的反馈,提高熟练程度;另一方面,学生可以在虚拟环境中随意操作学习内容,验证自己的假设,了解知识的结构、框架、内涵等。因此本研究做出假设:

H2:基于VR的操作性学习体验对知识点的领会有正向的促进作用。

H3:基于VR的操作性学习体验对知识的领会有正向的促进作用。

社会性学习是指,学习者在虚拟环境中与其他学习者进行交互,交流学习心得,提高学生的创新能力。科学研究是指,利用虚拟现实技术可以使学习者进行现实中不可能完成或有危险的研究活动,在此过程中学习者可以尽情实验而无不良后果。学生进行自主探究,有利于提高学生的想象力和创新思维的能力。因此本研究做出假设:

H4:基于VR的社会性学习体验对知识的运用有正向促进作用。

H5:基于VR的科学研究对知识的运用有正向

促进作用。

四、研究设计

本研究的目的是评估基于虚拟现实技术的沉浸教学对学生成绩的影响,实验设置如下:以初中物理课程中“牛顿第一定律”的教学为研究案例,研究对象为24名初中二年级的学生,均分为实验组和对照组。为尽可能排除一切干扰因素,保证教学方式是唯一变量,研究对象的认知发展水平基本一致:24名初中二级的学生,以前没有学习过牛顿第一定律,根据平时的学习成绩均分为两组;男生、女生约各占50%。

研究过程:(1)实验组:学生佩戴VR设备进行学习,教师组织教学、指导评价。(2)对照组:教师利用课堂现有的条件进行知识的讲授。实施过程:实验组的12名学生,使用沉浸式虚拟现实设备HMD-SA(头戴式显示器无跟踪系统)学习牛顿第一定律,学习时间30分钟。对照组:传统的课堂教学模式,由教师讲授,学习时间同样是30分钟。学习活动结束后,对两组学生进行随堂测试,将测试内容分为三部分:记忆性知识:6题;领会性知识:15题;运用性知识:4题。检测两组学生每种知识掌握情况,计算得分。分类收集数据,并分析两组学生的成绩,得出实验结论。

测试后,对实验组的12名学生进行问卷调查,探究使用VR设备的学生是否产生了观察性学习等四种学习体验以及这种体验程度与学习效果之间

的关系。将问卷调查结果与分类的成绩进行数据分析,得出结论。

五、研究结论

对被测学生三种类型知识和总分的平均分进行比较(图3),并分别对两组学生的成绩进行独立样本t检验,分析两组学生的成绩是否具有显著性差异(表2)。陈述性知识:实验组与对照组的成绩基本相同,实验组高出0.667分,但两者并不具有显著性差异($P=0.634$);程序性知识:实验组略低于对照组0.667分,两者并不具有显著性差异($P=0.710$);策略性知识:实验组高于对照组2.3分,两者具有显著性差异($P=0.028$);总平均分:实验组高于对照组2.333分,但是两组学生的得分并不具有显著性差异($P=0.255$)。

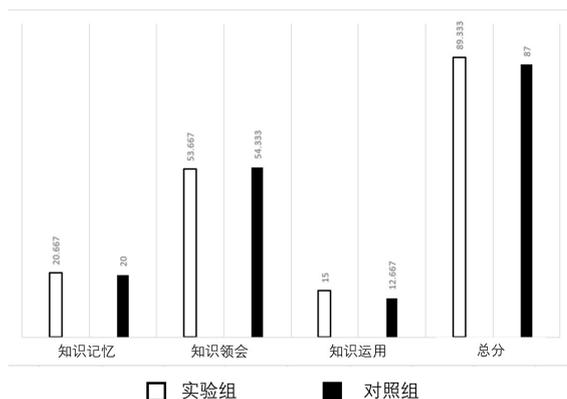


图3 虚拟现实教学对照实验结果图

表2 独立样本t检验表

假设条件	F	Sig.	t	df	Sig.(双侧)
对照组记忆假设方差相等	.246	.625		22	.633
假设方差不相等			.484	20.437	.634
对照组领会假设方差相等	.000	1.000		22	.710
假设方差不相等			-.377	22.000	.710
对照组运用假设方差相等	1.704	.205		22	.026
假设方差不相等			2.382	18.546	.028
对照组总假设方差相等	.040	.844		22	.255
假设方差不相等			1.168	21.742	.255

测试结束后,仅对参与VR学习的12名学生进行问卷调查,并将问卷调查结果与测试成绩进行相关分析。首先对量表进行信度分析(见表3),本文采用的量表总信度系数是0.724,并且各分量表的信度系数也均高于0.7,因此该量表具有较高的稳定性和一致性。

表3 信度分析表

量表	系数	分量表	系数
总量表	0.724	观察性学习	0.674
		操作性学习	0.862
		社会性学习	0.643
		科学研究	0.717

将问卷结果和实验组学生的成绩进行回归分析,探究两者之间的关系。共形成4个回归方程。回归方程1为: $Y_1=1.923X_1+14.457$,两者之间正相关(0.487),表示学生在虚拟学习环境中观察性学习体验与陈述性知识得分的关系,证明假设1成立。回归方程2为: $Y_2=1.366X_2+49.705$,两者之间正相关(0.257),表示学生在虚拟学习环境中的操作性学习体验与程序性知识得分的关系,证明假设2成立。回归方程3为: $Y_3=1.530X_3+16.230$,两者之间正相关(0.435),表示学生的操作性学习体验与陈述性知识得分的关系,证明假设3成立。学生的社会性学习体验与策略性知识得分的关系, $Sig=0.275$,因此回归方程不成立,证明假设4不成立。回归方程5为: $Y_5=2.303X_5+5.385$,两者之间正相关(0.645),表示学生的科学研究体验与策略性知识得分的关系,证明假设5成立。

六、结论及建议

实验结果显示,两组学生的总成绩、知识的记忆成绩以及知识的领会成绩虽然实验组略高,但是两组并没有统计学意义上的显著差异,而对于运用型知识的学习,两者具有显著差异,实验组优于对照组。在实验中的社会性学习体验在本次学习设计中涉及较少,因此对学习效果并没有产生显著影响。除此之外,学生在虚拟环境中的学习体验对学生的学习效果都有正向作用,其中科学研究的体验对学生知识的运用促进作用最明显,回归系数为

2.303;而操作性学习体验对知识的领会学习促进作用最弱,回归系数仅为1.366。已有的研究表明,虚拟现实技术对学习效果有促进作用。但是实验证明,虚拟现实技术并不是在任何知识领域都优于传统教学方式。本研究的测试的内容依然是传统的应试教育形式呈现的,因此,实验组和对照组的学生对于知识记忆、知识的领会以及总的成绩上并没有明显的差异。甚至在偏重于对概念的理解和计算的知识上,因为教师的作用,对照组还优于实验组。知识实际运用的检测并不是应试教育考察的重点,所以传统的课堂教学就会处于劣势,而善于创设真实情境、致力于培养学生的形象思维、发散性思维的虚拟现实教学则更有优势。

目前,应试教育的弊端逐渐显现。我国正大力提倡素质教育,旨在提高受教育者诸方面的素质,尤其是创造力、行动力、形象思维能力以及解决实际问题的能力。从实验结果来看,虚拟现实技术走进课堂恰好弥补了传统教育在这方面的短板。以本研究为基础,为今后的虚拟现实技术走进课堂提出几点建议:

1. 相互融合,取长补短。将传统课堂和虚拟现实技术结合起来,寻找两种不同教学方式的最佳结合点,充分发挥两者共同的优势。同时也不能忽视传统教育的作用,可以根据虚拟现实技术的特点,用于提高学生的学习兴趣、改变学习体验以及提高学生的动手能力、知识运用的能力等;利用虚拟现实技术的特点,弥补应试教育的不足,在教学中培养学生的创造性思维和知识迁移能力。

2. 优化技术,消除障碍。开发更多适合学生学习的VR软件和硬件。硬件方面,目前的硬件还不是很成熟,存在着沉浸感差、交互性不强和出现眩晕感等问题,这些问题都是阻碍学生产生更好学习体验的障碍。而且目前的虚拟现实设备都比较昂贵,很多学校难以承担其运行费用,目前市场上优质的虚拟现实教学资源也很匮乏。解决这一困境需要政府主导,大力支持虚拟现实设施设备的研发,同时组织专家,研发优质的教学资源,以试点先行的方式,逐步向各级各类院校推广普及。只有软

件和硬件得到了同步的发展,才能使其更有利于传统知识的学习。

3. 对症下药,因材施教。研究表明,虚拟现实教学对不同的知识会产生不同的影响,这就需要在设计VR学习软件时,要根据各类知识点的不同特点,进行有针对性地开发。如果没有根据知识的特性开发教学课件,很容易造成适得其反的效果。因此,本文建议教育研究者从更多的角度探究虚拟现实教学的特性,从而为虚拟现实课件开发者提供全方位的指导性建议,例如,以培养学生实际操作能力为主的课程,它需要的虚拟现实课件应具备交互性强的特点。总而言之,虚拟现实课件的开发应根据虚拟现实技术的特点,从提高学生的不同学习体验入手,提高学习效果。

本研究仅以一个学科的知识点为例,研究宽度尚有不足,因此未来的研究将探讨虚拟现实对不同学科、不同知识学习效果的影响。

参考文献:

[1] Sanchez A, Maojo V. Design of virtual reality systems for education: a cognitive approach[J]. *Education and Information Technologies*, 2000(5):345-362.

[2] Alhalabi W S. Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education[J]. *Behaviour & Information Technology*. 2016 (11):919-925.

[3] Youngblut C. Educational uses of virtual reality technology[J]. *Institute for Defense Analyses*, 1998(15):132-136.

[4] Barreiro J. Manipulating objects in virtual worlds: Categorization and empirical evaluation of interaction techniques[J]. *Journal of Visual Languages and Computing*, 2000(10):339-345.

[5] Radu I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis[J]. *Pers Ubiquit Comput*. 2012 (1):1533-1543.

[6] Cssete J, Li J, Li Y, Liu Y, Pan Z, Sun S. Creative educational use of virtual reality working with second life[J]. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2014(5), 83-87.

[7] 王琳. 3D虚拟现实技术在教育教学中的应用策略探析[J]. *中国教育技术装备*, 2016(3): 3-5.

[8] Csikszentmihalyi M. *Beyond boredom and anxiety: Experiencing flow in work and play*[M]. San Francisco: 1975, 27-29.

[9] 侯莹. 沉浸理论国外研究现状评述[J]. *语文学刊*, 2016(10): 119-120.

[10] 吴冬芹, 周彩英. 浅析沉浸理论在教学中的应用[J]. *安康师专学报*. 2004(16):89-92.

[11] 汤跃明. 虚拟现实技术在教育中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 125-134.

[12] Susan Jackson. Factors influencing the occurrence of flow State in elite athletes[J]. *Journal of Applied Sport Psychology*, 1995(7): 45-50.

[13] 李欣. 虚拟现实及其教育应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 140-155.

[14] 陈琦, 刘儒德. 当代教育心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007(3): 180-187.

[15] 高媛, 刘德建, 黄真真, 黄荣怀. 虚拟现实技术促进学习的核心要素及其挑战[J]. *学习环境 & 资源*, 2016(10): 77-87.