

虚拟现实环境中远程学习行为 影响因素研究*

——以南京博物院数字虚拟馆为例

□ 顾至欣

【摘要】

虚拟现实技术与远程教育的结合标志着教育信息化发展进入新纪元。目前,对于虚拟现实环境中的远程学习行为研究不足,技术应用效果存在争议。为此,本研究构建了技术接受扩展模型,通过实证研究发现,远程学习者对虚拟现实学习系统的有用性、易用性和愉悦性感知均影响其使用意愿和学习行为,其中感知易用性与感知有用性正向相关。三种使用感知均受系统软件设计的正向影响,而硬件条件对感知易用性和实际使用行为起作用,同时自我效能感也是影响感知易用性的一个因素。为促进虚拟现实环境中的远程学习,当前应重视硬件设施建设,保障远程学习效果;优化软件系统,提升学习愉悦性;注重技术研发与教育研究的结合。

【关键词】 虚拟现实技术;远程教育;技术接受模型;学习行为

【中图分类号】 G420

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009—458 x (2016)08—0013—08

一、研究背景

随着信息技术的不断进步,远程教育已经成为打破时空界限、推动终身教育发展和社会进步的重要教育形式。同时,21世纪的远程教育已经不仅仅是教学资源的静态展示和远程传播,学习者更希望可以远距离进行仿真训练、互动交流,体会现场学习的真实感,这就对远程教育提出了更高的要求。面对挑战,人们开始着眼于将虚拟现实技术融入远程教育。虚拟现实技术是运用计算机创造三维虚拟环境,并与使用者进行互动,从而让使用者在生理和心理上获得身临其境感受的技术(Gutiérrez, Vexo, & Thalmann, 2008; 卢政营, 2009),最早由美国虚拟编程语言研究中心(VPL Research)于1989年提出,随即引起公众重视(赵建华, 1998)。20世纪90年代初,虚拟现实技术被引入教育领域,随后广泛应用于工程、语言、医学和商业等学科教育中(McLellan, 1994; Helsel, 1992)。虚拟现实与远程教育的结合被认为

是远程教育发展中的一个里程碑(Dede, 1994),它推动了远程教育从二维静态学习到三维沉浸体验的转变并实现了多用户交互,有助于促进远程教育在思想和方式上的根本性变革(Monahan, McArdle, & Bertolotto, 2008)。然而,国内远程教育对虚拟现实技术的应用仍处于起步阶段,主要存在两个局限:一是研究成果不够丰富,根据吴长帅等(2011)的分析,远程教育应用仅占教育领域相关论文的13%,郭文斌和俞树文(2014)研究发现虚拟现实在我国远程教育研究热点图谱中仅排在第25位。二是技术应用效果不明,对虚拟现实技术的教学应用效果关注较少(吴长帅,等,2011),偏重于对应用前景和价值的描述,而对技术条件下的学习行为和学习效果研究不足。胡林(2004)认为使用现代教育技术并不是为了摆花架子,而是为了有利于学生学习和教学质量提高。信息技术只有被接受和持续使用,其价值才能真正发挥出来,所以本研究重点探讨虚拟现实环境中的远程学习行为影响因素,希望以教学实证研究引导教育技术的完善与发展。

* 基金项目:江苏省教育厅2014年度青蓝工程优秀青年骨干教师培养项目;江苏省教育科学“十二五”规划2015年度课题“虚拟现实技术在高职旅游实训教学中的应用研究”(C-b/2015/024);国家旅游局“万名旅游英才计划”项目“虚拟现实技术融入实训教学:以‘博物馆经营管理’课程为例”(WMYC20154-1052)。

二、理论基础与研究假设

(一) 理论基础

使用者对信息技术的接受情况是信息技术应用能否成功的关键。为此, Davis (1989) 提出了技术接受模型 (Technology Acceptance Model, TAM) (图1) 用以研究信息技术接受行为的影响因素。在模型中, 假设使用行为 (Use Behavior) 是由行为意愿 (Behavioral Intention) 决定的, 而行为意愿与使用者的感知有用性 (Perceived Usefulness) 和技术使用态度 (Attitude toward Using) 有关。TAM模型的两个核心变量感知有用性和感知易用性 (Perceived Ease of Use) 都对使用态度有影响, 同时感知易用性还会影响感知有用性。外部变量 (External Variables) 包括系统特性、使用者介入等因素对模型中的两个核心变量起间接作用。随后, 历经学者们的多次修改完善 (Davis & Venkatesh, 1996; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh & Bala, 2008), 增加外部要素变量和主观调节变量, 并在不同实证研究中形成丰富的TAM扩展模型。目前, TAM模型及其扩展模型在信息技术研究中具有较强的影响力, 采用该模型进行研究的论文数量超过其它理论模型 (孙建军, 等, 2007)。

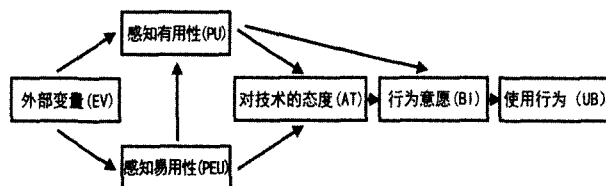


图1 技术接受模型 (TAM)

(二) 研究假设

为了实现研究目标, 研究以TAM模型为基础, 兼顾各类TAM扩展模型的要素, 同时充分考虑虚拟现实技术应用于远程教育这一特定研究情境, 构建了研究模型 (图2)。

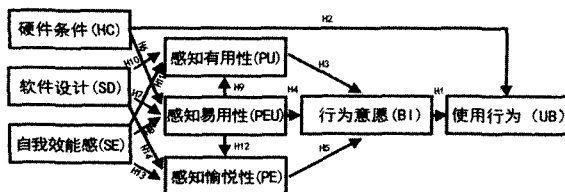


图2 研究模型

1. 使用行为的影响因素

TAM模型提出信息技术的使用行为由使用者的行为意愿决定。但对于虚拟现实技术应用于远程教育来说, 硬件条件 (Hardware Condition) 也可能直接影响实际使用行为。一方面, 学习者对网络教育硬件系统的安全性、快速性和可靠性的感知是其对网络远程教学满意的关键因素 (李峰, 等, 2009), 而且会直接影响学习行为能否实现 (刘志红, 等, 2005)。另一方面, 虚拟场景和模型可能涉及多路实时视频流, 大量数据对计算机硬件设备和网络动态几何模型的压缩与传输技术要求较高 (周忠, 等, 2015), 所以更需要硬件和网络的支持才能有效发挥作用。基于以上考虑, 本研究提出如下假设:

H1: 行为意愿对使用行为有正向影响。

H2: 硬件条件对使用行为有正向影响。

2. 行为意愿的影响因素

行为意愿的影响因素沿用了TAM模型的两个经典变量“感知有用性”和“感知易用性”。同时, 虚拟现实技术区别于其他信息技术的重要特点是其沉浸性和交互性, 可以让使用者体会身临其境的效果并随之感受到使用的乐趣 (Gutiérrez, et al., 2008), 所以感知愉悦性对于虚拟现实技术的接纳意愿相当重要。Wojciechowski 和 Cellary (2013) 对于虚拟现实技术的应用研究也证实了这种正向关系的存在。为此, 本研究采纳 Davis 等的 TAM 扩展模型将“感知愉悦性”纳入核心变量 (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1992)。基于以上考虑, 本研究提出如下假设:

H3: 感知有用性对行为意愿有正向影响。

H4: 感知易用性对行为意愿有正向影响。

H5: 感知愉悦性对行为意愿有正向影响。

3. 感知易用性的影响因素

虚拟现实技术应用于远程教育的外部变量主要可以分为主客观两类。首先是主观上的自我效能感 (Self Efficacy), 即对自己完成任务并达到预期目标能力的判断 (Bandura, 1986), 对于远程学习来说, 主要指对运用计算机和虚拟现实学习平台能力的主观判断。其次, 虚拟现实远程学习平台的软件设计和硬件条件从客观上也影响使用体验。不难发现, 人机互动良好的操作系统和稳定高速的硬件与网络设备可能会让学习更加便捷简单, 而熟练运用网络和计算

机的学习者可能会觉得学习更加轻松。基于以上考虑,本研究提出如下假设:

H6: 硬件条件对感知易用性有正向影响。

H7: 软件设计对感知易用性有正向影响。

H8: 自我效能感对感知易用性有正向影响。

4. 感知有用性的影响因素

根据TAM模型,感知有用性受到感知易用性和外部变量的影响。除了感知易用性之外,使用者判断虚拟现实技术是否对远程学习有帮助,首先取决于学习内容和学习资源的展现形式,而这些有赖于软件功能和界面设计。王昭君(2007)研究发现远程学习内容及其呈现方式是影响学习成绩的首要因素。其次,学习者的信息化水平和技术操作能力是有差异的,这种差异可能会影响他们对技术有用性的评判。胡勇和赵凤梅(2015)研究表明学习者自我效能感与学习满意度显著相关。基于以上考虑,本研究提出如下假设:

H9: 感知易用性对感知有用性有正向影响。

H10: 软件设计对感知有用性有正向影响。

H11: 自我效能感对感知有用性有正向影响。

5. 感知愉悦性的影响因素

虚拟现实系统直观易用的特点给学习者提供了与现实生活较为相似的真实体验,这种体验有别于传统学习,而类似于电脑游戏,容易引起学习兴趣,而学习者的自我效能感越强,则可能越容易感知到虚拟现实技术所带来的乐趣。同时,Wojciechowski和Cellary(2013)研究证实了虚拟现实系统的软件界面设计对学习者的兴趣有积极影响。基于以上考虑,本研究提出如下假设:

H12: 感知易用性对感知愉悦性有正向影响。

H13: 自我效能感对感知愉悦性有正向影响。

H14: 软件设计对感知愉悦性有正向影响。

三、模型验证与分析

(一) 量表制作与问卷调查

本研究问卷的测试题项主要参考了技术接受模型(TAM)的有关经典论著(Davis, 1989; Venkatesh, et al., 2000; Moore & Benbasat, 1991; Ajzen, 1991),对于该模型扩展而产生的“感知愉悦性”和“自我效能感”两个变量量表主要借鉴了Venkatesh

和Bala(2008)、胡晓(2015)的研究模型与量表,并参考了Wojciechowski和Cellary(2013)对虚拟现实技术在教育应用中的实证研究。对于“硬件条件”和“软件设计”两个变量量表,则主要参考了李峰等(2009)、Haven和Botterill(2003)、叶步伟和马德俊(2011)对于虚拟现实技术应用和远程教育评价等方面的研究。变量的定义、测度项个数和来源在表1中列出,以上所有变量的测量均采用Likert5级量表进行测试,其中5表示非常赞同,1表示非常不赞同。

表1 变量定义、测量项和来源

| 变量 | 定义 | 测量项个数 | 主要来源 |
|------------|----------------------|-------|--|
| 硬件条件(HC) | 虚拟现实系统所需的硬件设备与网络条件 | 3 | 李峰等(2009) Haven & Botterill(2003) |
| 软件设计(SD) | 虚拟现实系统的操作界面与软件内容 | 3 | Wojciechowski & Cellary (2013) 叶步伟和马德俊(2011) |
| 自我效能感(SE) | 学习者参与虚拟现实远程学习能力的自我判断 | 4 | Venkatesh & Bala(2008) 胡晓(2015) |
| 感知愉悦性(PE) | 学习者感知虚拟现实系统生动有趣的程度 | 3 | Wojciechowski & Cellary (2013) Davis等(1992) |
| 感知易用性(PEU) | 学习者感知虚拟现实系统容易使用的程度 | 3 | Davis(1989) Venkatesh & Davis(2000) Moore & Benbasat(1991) |
| 感知有用性(PU) | 学习者感知虚拟现实系统有助于学习的程度 | 4 | Davis(1989) Moore & Benbasat(1991) |
| 行为意愿(BI) | 使用虚拟现实系统进行远程学习的意愿 | 4 | Ajzen(1991) Moore & Benbasat(1991) |
| 使用行为(UB) | 使用虚拟现实系统进行远程学习的实际情况 | 2 | Ajzen(1991) Moore & Benbasat(1991) |

虚拟博物馆是展现虚拟现实技术情境化特色的一个代表平台,其远程教育功能已被国内外研究所重视(Craig, Sherman, & Will, 2009; Guttentag, 2010; 杨建杰,等,2015)。Young, Huang和Jang(2000),Castle(2004),Jones和Christal(2002)分别对中国台湾清华科技馆虚拟馆、加拿大博物馆虚拟馆“My Personal Museum”和美国国立博物馆虚拟馆“Virtual Smithsonian”应用远程教学的情况进行了实证调研,并获得了积极反馈。Jones和Christal(2002)预言未来的虚拟博物馆是虚拟现实与互联网技术的产物,可以有效推动合作学习与探索学习,将被广泛应用于各年龄段学生的远程教育中。由此可见,虚拟博物馆是虚拟现实技术与远程教育结合的典型案例。本研究选取南京博物院数字虚拟馆作为远程

学习平台,该虚拟馆利用虚拟现实技术建成了国内先进的全景高仿真漫游数字馆,学习者可以利用该馆学习博物馆设计手法、历史文物知识并练习导游讲解,不再受时空条件限制。该系统作为“博物馆经营管理”课程的远程学习平台正被尝试应用于教学。本研究以参与远程学习的旅游管理专业大二学生作为实证研究对象,让学生利用南京博物院数字虚拟馆进行博物馆展示设计学习和讲解训练,随后通过博物馆布局图绘制、陈列方案设计与讲解汇报等方法考察其远程学习效果。本研究首先选取20名参与学生进行学习感受的预调查,对问卷的题目表达、顺序格式等进行修改与完善。随后,正式通过邮件发放问卷进行大范围的数据搜集。最终回收问卷237份,其中有效问卷213份,有效率89.9%。

(二) 测量模型分析

测量模型分析的目的是检验模型中变量的信度和效度。信度是指量表的稳定性和一致性。效度包括收敛效度和区别效度,收敛效度反映了同一因子在不同测量项测定中的相似程度,区别效度反映了不同因子的测量项之间的区别性。本研究参考了结构方程理论与相关计算方法(Fornell & Larcker, 1981; Anderson & Gerbing, 1988; 吴明隆, 2008),以克隆巴哈系数(Cronbach alpha)作为信度检验指标,当测试结果大于0.70时,认为各变量信度可以接受。以变量的因子载荷、组合信度(CR)和平均萃取变差(AVE)指标检验变量的收敛效度,当因子载荷值高于0.70时,测度项具有较好的可靠性,当CR大于0.70时,表明各测度项具有较好的内部一致性,而AVE的可接受范围为大于0.50。同时,当每一个变量AVE值的平方根大于各成对变量间的相关系数时,表示测量模型具有较好的区别效度。通过各研究变量的因子载荷、Cronbach alpha、CR和AVE分析结果(表2)可以看出变量因子的各项测量指标均符合要求,表明测量模型具有较好的信度和聚合效度;而区别效度矩阵中(表3)所有变量AVE值的平方根均大于矩阵内其他变量间相关系数,表示测量模型的区别效度也令人满意。

(三) 假设验证

本研究采用逐步回归法对模型进行验证,由自变量与因变量的相关程度来决定每一个自变量是否进入回归模型,最后得到最佳回归模型(表4),选入回

表2 测量模型分析结果

| 变量 | 测度项 | 因子载荷 | 平均萃取变差 (AVE) | 组合信度 (CR) | Cronbach alpha |
|------------|------|-------|--------------|-----------|----------------|
| 硬件条件(HC) | HC1 | 0.953 | 0.906 | 0.967 | 0.951 |
| | HC2 | 0.954 | | | |
| | HC3 | 0.949 | | | |
| 软件设计(SD) | SD1 | 0.784 | 0.720 | 0.885 | 0.811 |
| | SD2 | 0.875 | | | |
| | SD3 | 0.883 | | | |
| 自我效能感(SE) | SE1 | 0.918 | 0.830 | 0.936 | 0.902 |
| | SE2 | 0.946 | | | |
| | SE3 | 0.868 | | | |
| 感知愉悦性(PE) | PE1 | 0.756 | 0.563 | 0.837 | 0.812 |
| | PE2 | 0.736 | | | |
| | PE3 | 0.704 | | | |
| | PE4 | 0.802 | | | |
| 感知易用性(PEU) | PEU1 | 0.957 | 0.885 | 0.959 | 0.931 |
| | PEU2 | 0.951 | | | |
| | PEU3 | 0.914 | | | |
| 感知有用性(PU) | PU1 | 0.773 | 0.676 | 0.893 | 0.843 |
| | PU2 | 0.875 | | | |
| | PU3 | 0.848 | | | |
| | PU4 | 0.788 | | | |
| 行为意愿(BI) | BI1 | 0.881 | 0.724 | 0.887 | 0.820 |
| | BI2 | 0.825 | | | |
| | BI3 | 0.846 | | | |
| 使用行为(UB) | UB1 | 0.972 | 0.941 | 0.970 | 0.927 |
| | UB2 | 0.968 | | | |

表3 区别效度矩阵

| | HC | SD | SE | PE | PEU | PU | BI | UB |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HC | 0.952 | | | | | | | |
| SD | 0.591 | 0.849 | | | | | | |
| SE | 0.540 | 0.602 | 0.911 | | | | | |
| PE | 0.461 | 0.529 | 0.450 | 0.750 | | | | |
| PEU | 0.639 | 0.479 | 0.673 | 0.551 | 0.941 | | | |
| PU | 0.668 | 0.540 | 0.481 | 0.539 | 0.602 | 0.822 | | |
| BI | 0.410 | 0.442 | 0.440 | 0.452 | 0.491 | 0.531 | 0.851 | |
| UB | 0.511 | 0.451 | 0.311 | 0.401 | 0.392 | 0.519 | 0.531 | 0.970 |

归模型的自变量对因变量的预测力均显著,反之则没有显著的预测力,由此可以判断理论模型假设成立情况(表5)。这些回归模型的F值显著性水平均小于0.05,故拒绝F检验的零假设,认为各项目的均值总体上存在显著差异。回归模型的调整R²范围为0.346至0.671,说明自变量对5个因变量的解释度达34.6%至67.1%。回归分析结果表中包含非标准化回归系数(B)与标准化回归系数(β),由于非标准化回归系数包含常量,无法比较自变量的相对重要性,故采用标准化系数进行自变量重要性比较。

表4 逐步多元回归分析摘要

| 模型 | 因变量 | 自变量 | 非标准化系数 | | 标准化系数 | t | t值显著性水平 (sig.) | 调整R2 | F | F值显著性水平 (sig.) |
|----|-----|-----|--------|-------|---------|--------|-------------------|-------|--------|-------------------|
| | | | B | 标准误差 | β | | | | | |
| 1 | UB | 常量 | 0.907 | 0.475 | | 1.907 | 0.067 | 0.471 | 13.889 | 0.000 |
| | | HC | 0.400 | 0.103 | 0.524 | 3.873 | 0.001 | | | |
| | | BI | 0.350 | 0.103 | 0.461 | 3.408 | 0.002 | | | |
| 2 | BI | 常量 | 0.201 | 0.415 | | 0.484 | 0.632 | 0.671 | 20.744 | 0.000 |
| | | PE | 0.495 | 0.120 | 0.495 | 4.128 | 0.000 | | | |
| | | PU | 0.296 | 0.111 | 0.329 | 2.652 | 0.013 | | | |
| | | PEU | 0.215 | 0.104 | 0.249 | 2.074 | 0.048 | | | |
| 3 | PEU | 常量 | -0.479 | 0.817 | | -0.587 | 0.563 | 0.415 | 7.869 | 0.001 |
| | | SD | 0.281 | 0.160 | 0.267 | 1.761 | 0.043 | | | |
| | | HC | 0.557 | 0.170 | 0.479 | 3.280 | 0.003 | | | |
| | | SE | 0.415 | 0.161 | 0.395 | 2.572 | 0.016 | | | |
| 4 | PU | 常量 | 0.709 | 0.614 | | 1.156 | 0.258 | 0.346 | 8.663 | 0.001 |
| | | SD | 0.444 | 0.144 | 0.474 | 3.078 | 0.005 | | | |
| | | PEU | 0.305 | 0.148 | 0.317 | 2.059 | 0.049 | | | |
| 5 | PE | 常量 | 1.658 | 0.504 | | 3.288 | 0.003 | 0.394 | 7.994 | 0.009 |
| | | SD | 0.430 | 0.152 | 0.471 | 2.827 | 0.009 | | | |

表5 理论模型假设成立情况

| 假设 | 成立与否 | 排除理由 |
|-----------------------|------|----------------------------|
| H1: 行为意愿对使用行为有正向影响 | 是 | |
| H2: 硬件条件对使用行为有正向影响 | 是 | |
| H3: 感知有用性对行为意愿有正向影响 | 是 | |
| H4: 感知易用性对行为意愿有正向影响 | 是 | |
| H5: 感知愉悦性对行为意愿有正向影响 | 是 | |
| H6: 硬件条件对感知易用性有正向影响 | 是 | |
| H7: 软件设计对感知易用性有正向影响 | 是 | |
| H8: 自我效能感对感知易用性有正向影响 | 是 | |
| H9: 感知易用性对感知有用性有正向影响 | 是 | |
| H10: 软件设计对感知有用性有正向影响 | 是 | |
| H11: 自我效能感对感知有用性有正向影响 | 否 | $t=0.674, sig.=0.506>0.05$ |
| H12: 感知易用性对感知愉悦性有正向影响 | 否 | $t=0.937, sig.=0.357>0.05$ |
| H13: 自我效能感对感知愉悦性有正向影响 | 否 | $t=1.878, sig.=0.111>0.05$ |
| H14: 软件设计对感知愉悦性有正向影响 | 是 | |

四、研究结论

(一) 行为意愿和硬件条件影响远程学习行为

行为意愿和硬件条件均进入模型1回归方程,说明对虚拟现实环境中的远程学习行为有正向影响。通过对标准化回归系数(β)的比较发现,硬件条件的影响程度(0.524)略大于行为意愿(0.461),这一结果与研究假设一致。虽然一般的技术接纳模型只考虑行为意愿对使用行为的影响(Davis, 1989; Ajzen, 1991),但对于计算机设备和网络条件依赖性很强的虚拟现实远程学习平台来说,硬件条件直接决

定了该远程学习行为能否发生,影响程度甚至高于主观的行为意愿。同时,这一结论说明随着信息技术的发展,计算机设备的优劣对于远程教育的应用与发展有着越来越重要的作用。

(二) 感知有用性、感知易用性和感知愉悦性对学习行为意愿有积极影响

模型2中,感知有用性、感知易用性和感知愉悦性对行为意愿的正向影响均被证实。感知有用性和感知易用性与行为意愿的关系与现有TAM模型的研究结论相符,感知愉悦性的正向影响也与Wojciechowski和Cellary(2013)对于虚拟现实教育的实证研究结论一致。结合 β 系数研究发现,感知愉悦性对虚拟现实环境中的远程学习意愿影响程度最高(0.495),感知有用性(0.329)和感知易用性(0.249)次之。感知愉悦性的作用超过TAM模型的两个经典变量,这一结果看似意外,实则不然。网络教学的表现形式与电脑游戏的戏剧化策略具有异曲同工之妙(楚学娟,等,2006),基于虚拟现实技术构筑的高仿真漫游场景更是与电脑游戏如出一辙,由此可见虚拟现实环境中远程学习的一个主要特点就是愉悦性。而愉悦感对远程学习者的激励作用也已经被许多研究所证实(杨培燕,2008;陈江鸿,等,2011),被认为可以更好地保证学习者的学习动力,激发其主动探索的积极性。

(三) 硬件条件、软件设计和自我效能感影响感知易用性

模型3回归方程证实了学习者对于虚拟现实环境中远程学习的易用性感知受到硬件条件、软件设计和自我效能感的显著正向影响,影响程度由大到小依次为硬件条件(0.479)、自我效能感(0.395)和软件设计(0.267)。该结论与任秀华等(2011)和谢爱平(2013)对于远程学习工具的研究基本相符,但是就影响程度而言,本研究中的自我效能感对感知易用性的影响更大。按照Taylor(2003)对远程教育发展阶段的划分,虚拟现实环境中的远程学习属于第五代智能灵活学习模式,在对硬件设备要求大幅提高的同时,对使用者的操作水平与互动学习能力亦有更高的要求,所以自我效能感对感知易用性的影响程度与远程学习技术和形式的发展具有密切联系。

（四）感知易用性和软件设计影响对远程学习有用性的感知

模型4中，自我效能感未能进入回归方程，对感知有用性的正向影响不明显，而软件设计和感知易用性对感知有用性的影响系数分别为0.474和0.317。感知易用性对感知有用性的影响与TAM模型的结论一致，虚拟现实软件系统设计与远程学习效果的关系也被许多研究所证实（Barron & Henderson, 2002; Hsu, 2012），但自我效能感与远程学习感知有用性的关系目前还存在争议。同样是关于网络学习影响因素的研究，刘莉莉（2013）、胡勇和赵凤梅（2015）认为自我效能感能有效促进远程学习的感知有用性，胡晓（2015）研究却得出相反的结论，而许亚锋等（2013）则未将自我效能感与感知有用性建立假设联系。本研究认为对感知有用性的判断远不如感知易用性那么直观，一些调查对象虽然对自我效能感评价较低，但依然承认虚拟现实环境中的远程学习是一种有效的方法。

（五）感知愉悦性主要依赖于虚拟现实学习平台的软件设计

模型5中，只有软件设计的正向影响被证实（0.471），虚拟现实环境中远程学习有趣性主要取决于系统软件的设计，这与陈江鸿等（2011）认为网络课程交互界面的艺术性与丰富性是激发学习者兴趣的前提条件的论断一致。同时，感知易用性和自我效能感均未能进入回归方程。关于感知易用性对感知愉悦性影响不大的结论与Wojciechowski和Cellary（2013）的研究不一致。虽然都是对于虚拟现实技术的教育应用研究，但是前人研究的调查对象是初中生，而本研究的对象是大学生，因为技术运用能力的差别，年龄较小的测试者可能会认为简单的学习活动比较有趣，而大学生则可能认为有挑战性的学习才更有趣，对特别简单的学习反而提不起兴趣。自我效能感对感知愉悦性影响同样有限，研究发现基于虚拟现实技术的特点，即便计算机运用能力较弱的学习者无法达成远程学习目的，但他们依然对虚拟平台所展现出的趣味性表示认同。

五、建议与展望

（一）重视硬件设施建设，保障远程学习效果

通过对研究结论的梳理，不难发现硬件设施对于远程教育的保障作用日益显著，尤其是虚拟现实系统对于硬件设施的要求尤其高，其远程呈现、远程沉浸效果的表达均有赖于网络传输技术（周忠，等，2015）。以本次测试使用的南京博物院数字虚拟馆为例，该系统要求客户端网络带宽大于10M，计算机内存超过4G，对于建设开发平台的硬件要求则更高，往往需要数十万甚至上百万的投资。而刘志红和何青（2005）对68所开办现代远程教育的院校进行的调查表明，我国远程教育整体存在带宽瓶颈、地址壁垒、安全性与服务质量等网络问题。硬件与网络条件的落后容易造成虚拟现实系统运行不流畅、仿真效果缺失、数据无法及时更新，甚至导致远程学习无法实现。在未来的教学改革中，研发机构应该认识到虚拟现实技术在远程教育中应用的广阔前景，加强虚拟现实技术的研发，提高技术的易用性与普适性。各类院校应重视硬件设施对远程教育的保障作用，加大对计算机和网络建设的投入，建立虚拟学习实训室和高性能计算机服务器，以满足虚拟现实技术对显示设备和数据存储设备的高要求。同时，院校、研发公司和企业应加强合作，将教学需求、行业动态与硬件技术开发结合起来，实现虚拟现实技术与远程教育联动发展和与时俱进。

（二）优化软件系统，提升学习愉悦性

本研究发现软件设计影响学习者感知愉悦性，并对感知易用性和感知有用性有积极影响，而感知愉悦性对虚拟现实环境中的远程学习意愿影响程度最高。这一结论充分说明了软件设计与感知愉悦性的关系及其对调动学习积极性的重要性。目前，虚拟现实技术在远程教育中应用广泛，但也体现出交互界面单一、缺乏趣味性、缺乏交互途径、缺乏过程性评价等共性问题（陈江鸿，等，2011），而这些问题主要依赖于软件系统开发来解决。本研究认为未来的虚拟现实系统设计应建立风格统一、交互性强、美观生动的界面，能有效吸引学习者的注意力。同时，应在目前以远程呈现为主的基本功能之上，丰富教学资源库嵌入、真实与虚拟场景切换、同步测试等功能，便于学生互动交流，举一反三，进一步提升学生知识理解与操作运用能力。另外，应重视趣味性的植入，这方面可以借鉴电脑游戏的设计方法，因为游戏化能提高学习动力和学习投入程度（Lee & Hammer, 2011），而

远程学习与电脑游戏本来就有相似之处(楚学娟,等,2006)。引入任务激励、角色扮演、社区互动等游戏机制可以在发挥虚拟现实技术沉浸性优势的同时,实现学习者对所学知识积极主动的建构。

(三) 注重技术研发与教育研究的结合

虚拟现实技术为远程教育发展提供了强大的技术支持,但有了新技术并不等于有了新的教育形式,也不等于可以顺理成章实现良好的教学效果。本研究重点分析了软硬件环境对远程学习行为的影响,证实了学习者的易用性、有用性和愉悦性感知对行为意愿有积极的影响。要发挥学习者的主体作用,除了技术改进之外,还应该配合相应的教育理论与方法。海伦·法利(2015)认为最大的挑战是虚拟世界中教师仍然按照传统方法进行教学,从而导致虚拟现实技术的巨大潜力无法发挥。除此之外,虚拟现实技术在教学中可能存在条件性障碍、生理性障碍、适应性障碍、社会性障碍(史铁军,2008),部分研究对虚拟现实技术的远程应用效果持怀疑态度(Huang, Backman, Chang, Backman, & McGuire, 2013),这些问题都值得重视。未来应更加全面地研究教育理论与虚拟现实技术的契合性,不仅应了解技术的优势所在,还应掌握相应的教育方法以及学生和教师在学习过程中的作用。远程教育是大眾教育发展的时代趋势,虚拟现实技术是信息技术进步的重要成果,本研究希望看到虚拟现实技术与远程教育结合带来的光明前景,然而也应清醒地认识到,虚拟现实技术在远程教育中的应用还远远没有成熟,包括技术设备、教学方法、应用条件和教学效果等都有待于进一步研究和探索。

[参考文献]

- 陈江鸿,杨洁,钟志贤. 2012. 网络课程的激励因素设计——“开心农场”网络游戏激励措施对网络课程的启示[J]. 中国远程教育(17): 52-57.
- 楚学娟,杨雪. 2006. 电脑游戏在教育领域内的研究现状分析及其应用途径[J]. 现代教育科学(1): 78-81.
- 郭文斌,俞树文. 2014. 我国远程教育研究热点知识图谱——基于3170篇硕士及博士学位论文的关键词共词分析[J]. 电化教育研究(2): 45-49.
- 海伦·法利,肖俊洪,译. 2015. 虚拟世界在远程教育中的应用:机会与挑战[J]. 中国远程教育(11): 34-44.
- 胡林. 2004. 现代信息技术在旅游教育中的应用[J]. 教育评论(3): 62-64.
- 胡晓. 2015. 高职学生网络学习资源使用意愿的实证研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,40(11): 210-216.
- 胡勇,赵凤梅. 2015. 在线学习成效的理论分析模型及测量[J]. 电化教育研究(10): 37-45.
- 李峰,沈惠璋,李莉. 2009. 我国远程教育满意度指数模型的设计与实证分析[J]. 管理评论,21(9): 100-107.
- 刘莉莉. 2013. 基于技术接受模型的大学生网络学习平台意向影响因素研究[D]. 杭州:浙江师范大学.
- 刘志红,何青. 2005. 网络传输与第五代远程教育展望[J]. 现代远程教育研究,(1): 39-42.
- 卢政营. 2009. 国外网络虚拟旅游研究述评:回顾与展望[J]. 旅游学刊,24(12): 83-89.
- 任秀华,翟娜,杨晓敏. 2011. 基于TAM模型的网络协作交流工具接受行为研究[J]. 开放教育研究,17(4): 108-112.
- 史铁军. 2008. 虚拟现实在教育中的应用[D]. 长春:东北师范大学.
- 孙建军,成颖,柯青. 2007. TAM模型研究进展——模型演化[J]. 情报科学,25(8): 1121-1127.
- 王昭君. 2007. 影响网络学习成效关键因素探究——以“经济学原理”网络课程为例[D]. 上海:华东师范大学.
- 吴长帅,朱琦,李兆君. 2011. 近十年虚拟现实技术在教育领域的相關研究论文综述[J]. 计算机教育,(10): 84-88.
- 吴明隆. 2010. 问卷统计分析实务——SPSS操作与应用(2010版)[M]. 重庆:重庆大学出版社.
- 谢爱平. 2013. 基于TAM模型的远程学习影响因素分析[J]. 湖北广播电视大学学报,33(10): 10-11.
- 许亚锋,陈卫东,叶新东,等. 2013. 用户接受未来课堂的影响因素研究[J]. 开放教育研究,19(2): 60-68.
- 杨建杰,胡进. 2015. 基于全景技术的博物馆网络虚拟展示实现研究[J]. 博物馆研究(1): 10-15.
- 杨培燕. 2008. 电脑游戏在现代网络教育中的应用[J]. 中国教育信息化(11): 19-22.
- 叶步伟,马德俊. 2011. 虚拟实验技术及其在远程教育当中的应用[J]. 继续教育研究(6): 79-82.
- 赵建华. 1998. 虚拟现实技术与教育[J]. 现代远距离教育(4): 32-36.
- 周忠,周颐,肖江剑. 2015. 虚拟现实增强技术综述[J]. 中国科学:信息科学,45(2): 157-180.
- Ajzen, I.(1991).The theory of planned behavior.Organizational Behavior and Human Decision Processes,50(2):179-211.
- Anderson, J. C.,& Gerbing, D. W.(1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. Psychological Bulletin, 103(3): 411-423.
- Bandura, A.(1986). Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory. New Jersey: Prentice Hall.
- Barron, P. E.,& Henderson, D. C.(2002). Achieving deep learning in higher education programs: hospitality and leisure management students' perceptions of the potential use of virtual reality technology. International Journal of Hospitality Information Technology, 2(2): 63-76.

- Castle, C.(2004). Ontario Museum Association's Colloquium on Learning in Museums VII, Toronto:Asociación de Museos de Ontario.
- Craig, A. B.,& Sherman, W. R., Will, J. D.(2009). Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design. Burlington: Morgan Kaufmann, 189-213.
- Davis, F. D.(1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3): 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P.,& Warshaw, P. R.(1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14): 1111-1132.
- Davis, F. D.,& Venkatesh, V.(1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1): 19-45.
- Dede, C.(1996). The evolution of distance education: Emerging technologies and distributed learning. *American Journal of Distance Education*, 10(2): 4-36.
- Fornell, C.,& Larcker, D. F.(1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(2):39-50.
- Gutiérrez, M., Vexo, F.,& Thalmann, D.(2008). *Stepping Into Virtual Reality*. London:Springer.
- Guttentag, D. A.(2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism Management*, 31(5): 637-651.
- Haven, C.,& Botterill, D.(2003). Virtual learning environments in hospitality, leisure, tourism and sport: A review. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 2(1): 75-92.
- Helsel, S.K.(1992). Virtual reality as a learning medium. *Instructional Delivery Systems*, 6(4): 4-5.
- Hsu, L.(2012). Web 3D simulation-based application in tourism education: A case study with Second Life. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, (11): 113-124.
- Huang, Y. C., Backman, S. J., Chang, L. L., Backman, K. F.,& McGuire, F. A. (2013). Experiencing student learning and tourism training in a 3D virtual world: an exploratory study. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, (13): 190-201.
- Jones, G.,& Christal, M.(2002, July 26). The Future of Virtual Museums: On-line, Immersive, 3D Environments. Retrieved December 29, 2015, from http://w.created-realities.com/pdf/Virtual_Museums.pdf
- Lee, J. J.,& Hammer, J.(2011). Gamification in education: What, how, why bother?. *Academic Exchange Quarterly*, 15(2): 1-5.
- McLellan, H.(1994). Virtual reality and multiple intelligences: Potentials for higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 5(2): 33-66.
- Monahan, T., McArdle, G.,& Bertolotto, M.(2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4): 1339-1353.
- Moore, G. C.,& Benbasat I. (1991).Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems*, 2(3):192-222.
- Taylor, J. 2003. 肖俊洪,译. 第五代远程教育[J]. 开放教育研究(2): 25-27.
- Venkatesh, V., Bala, H.(2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2): 273-315.
- Venkatesh, V.,& Davis, F. D.(2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2): 186-204.
- Wojciechowski, R.,& Cellary, W.(2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, (68): 570-585.
- Young, S. S. C., Huang, Y. L.,& Jang, J. S. R.(2000). Pioneering a web-based science museum in Taiwan: Design and implementation of Lifelong Distance Learning of Science Education. *Educational Technology Research and Development*, 48(1): 112-123.
- 收稿日期:2016-01-14
定稿日期:2016-03-21
作者简介:顾至欣,硕士,讲师,南京旅游职业学院旅游管理学院(210036)。

责任编辑 刘莉