

虚拟现实中的临场感：理论及教育应用

汪子怡, 李欣桐, 王 倩

浙江师范大学教育学院, 浙江 金华

收稿日期: 2023年5月16日; 录用日期: 2023年6月14日; 发布日期: 2023年6月25日

摘 要

在系统梳理近十年该领域文献的基础上, 指出临场感近年来一直是国内外学术界关注的热点。发现研究者集中探讨了临场感的概念界定与影响因素问题; 检视了临场感的测量方法及其作用机制; 与教育应用场景的结合同时引发了其对学习效果影响的进一步讨论。据此, 对后续研究提出了建议: 实现临场感测量方法多元化、关注其他因素对临场感的影响、开发虚拟现实资源体。

关键词

虚拟现实, 临场感, 教学应用, 虚拟教学

Presence in Virtual Reality: Theory and Educational Applications

Ziyi Wang, Xintong Li, Qian Wang

School of Education, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: May 16th, 2023; accepted: Jun. 14th, 2023; published: Jun. 25th, 2023

Abstract

Based on the systematic review of the literature in this field in the past ten years, it is pointed out that the sense of presence has been a hot topic in recent years. It is found that the researchers focused on the definition of presence and its influencing factors; the measuring method of presence and its mechanism are reviewed. The combination with educational application scenarios also leads to further discussion on its influence on learning effect. Therefore, some suggestions are put forward for the follow-up research: to diversify the measurement methods of presence sensation, pay attention to the influence of other factors on presence sensation, and develop virtual reality resources.

Keywords

Virtual Reality, A Sense of Presence, Teaching Application, Virtual Teaching

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景与问题

虚拟现实(Virtual Reality)被认为是一种有潜力的教学环境,它可以生成一种与真实世界高度相似的数字化学习环境,支撑学习者在高保真、可重复的学习环境下进行主体性学习。临场感是虚拟现实的关键特征,在教育中它与较高水平的认知表现和情感发展显著相关,能有效提高学习效果和学业满意度高度,是影响学习者虚拟学习环境中学习成功的关键因素,也是表征虚拟学习环境质量的重要指标[1]。以往研究常围绕“临场感”(Presence)这一核心概念展开,所谓临场感往往指个体全身心沉浸在虚拟现实环境中产生的身临其境的主观感觉。但是过去关于临场感的研究散落在各处,并没有针对教育问题进行整合,从而影响了VR在教育中的应用。有鉴于此,本研究对国外近十年临场感相关的教育研究论文进行了分析整理,剖析了临场感的概念框架、影响因素、测量方法、作用机制以及教育应用,期望研究者在了解临场感相关理论后能够据此开展教学实践,为教育元宇宙相关理论与实践提供一个新的理论视角。

2. 临场感的一般理论

2.1. 临场感的概念

临场感既是虚拟体验的期望结果,也是衡量虚拟环境质量的一种标准。而正因其对于虚拟环境的重要性,临场感已经被以许多不同的方式定义和衡量。虽然至今临场感的定义还没有达成共识,但研究者普遍认为临场感是一个复杂、多元的概念,其中引用最多的是Witmer和Sigmer提出的临场感的概念,即临场感就是在一个地方或环境的主观体验,即使当一个人的物理位置在另一个[2]。后来Lee等人一步扩展了临场感,将其分成为物理临场感、社会临场感和自我临场感三个维度并将临场感定义为一种主观心理状态,在这种状态下,体验的虚拟性被忽略,虚拟对象以感官或非感官的方式被体验为真实对象[3]。

尽管不同描述之间存在一些差异,但本研究发现大多数研究者对临场感的定义总是涉及到“置身其中”(The Sense of Being There)这一概念。可见,临场感主要是一种“存在于另一环境”的真实的主观心理状态,在这种状态下,用户完全沉浸在一个有中介的环境中的虚拟活动中。此外,在实证研究中,应对不同的情境研究者也可以增加新的指标维度,以更全面地呈现出学习者在虚拟现实中的沉浸状态。

2.2. 临场感的影响因素

2.2.1. 系统特征

临场感在虚拟现实体验中起着至关重要的作用,影响临场感的因素主要概括为系统特征和个体特征。VR的系统特征是影响临场感的客观因素,即客观虚拟现实技术的沉浸度,包括VR系统的界面质量、交互类型及个体对传感器的控制程度。VR系统的界面质量最直观表现为虚拟现实环境的物理逼真度,物理环境的逼真度对激发个体的临场感十分重要,同时与物理逼真度直接相关的高水平的交互性和控制度等外部因素也会激发个体更多的临场感,从而给个体造成身临其境的错觉。已有研究发现VR的系统特征

和临场感得分之间存在显著相关,例如学生使用头戴式显示器比使用桌虚拟现实系统能获得更多的乐趣,可以产生更高层次的临场感[4];当VR系统能给用户提供更替代的多模态感官反馈时,学习者表现最好并感受到更多的临场感[5]。

2.2.2. 个体特征

临场感与个体主观因素之间也密切相关,个体特征包括个体的视听觉能力、空间能力、年龄、性格特征、想象力、沉浸倾向能力和模拟病等。个体的立体视听觉能力、空间能力和沉浸倾向能力越强,则容易获得更高的临场感[6];而当个体出现严重的眩晕症时,他们的临场感则会大大降低。临场感还与个体的情感有显著正向交互作用。当虚拟现实引发真正的认知、情感和行为反应,当参与者进入强叙事情境时,临场感会增强[7]。总而言之,临场感是技术因素和个体因素的结合体,技术因素为临场感提供了环境支撑,个体因素影响了个体的感知,因此两者不可分割。

事实上,多数研究均关注的是VR系统及个体因素的影响,而忽略了与学习任务相关因素对虚拟现实临场感的影响。学习形式、学习任务的复杂程度以及教育模式都可能对临场感造成影响。挖掘虚拟现实学习环境教学设计方面的因素及其内在关系可能对我们更深入探究如何有效提高临场感至关重要,有益于设计者们开发基于虚拟现实技术的教学环境,实现临场感的最大教学效益。

2.3. 临场感测量的方法

临场感是一种主观体验,这种主观和内在的本质使得临场感的测量极其困难。如何科学、准确地测量临场感既是研究者们的重点关注问题,也是难点问题。国外近十年的临场感在多模态测量方面缺乏探索,大多数实证研究仍以自我报告法等传统方式为主,极少数研究采用行为测量和生理测量。其中比较经典的测量量表包括:1) A Presence Questionnaire (Witmer *et al.*, 1998); 2) Igroup Presence Questionnaire (Schubert *et al.*, 2003); 3) The Presence Questionnaire (Witmer *et al.*, 2005)。虽然目前问卷调查操作相对简单、成本较低,但是其准确性、可靠性等有待提升。行为测量虽然试图捕捉个体的自然行为,但个体的行为仍需要人类进行打分。生理测量主要是采用脑电波、心电图、皮电反应、以及核磁共振等方法采集个体的生理指标[8],它是真正客观的测量且测量方式都是同时的和连续的。但收集这些信号需要使用额外的专用设备,这可能使用者负担过重且个体的生理反应必须相当明显,生理信号的搜集才有意义,因此极少数研究者选择此方法。随着可穿戴设备、人工智能等技术在教育领域的逐渐普及,以及脑科学、神经科学与教育学的交叉融合,利用大数据技术对学习者的多模态数据进行深入分析,建立数据与临场感之间的联系,有望突破临场感测评方面的局限性。

2.4. 临场感的作用机制

临场感在虚拟现实影响学习结果的作用路径中起着重要的中介作用。在VR学习环境中,临场感与学习结果显著相关,为了进一步理解临场感如何影响学习,有必要在沉浸式VR技术的基础上建立一个概念框架,该框架包含了使用VR技术时临场感在学习过程中发挥作用的相关结构和可能的关系。目前具有较大影响力有是Lee的结构模型、Kwon的结构模型、Makransky情感价值结构模型和沉浸式学习认知情感模型(CAMIL)。通过对现有的结构模型进行综合分析后,发现临场感影响学习结果具有两条一般路径:1) 情感路径:临场感并不能直接预测学习结果,但可以产生较大的情感影响。它对学生内在动机、学习乐趣、自主控制感以及自我效能感而言是一个强大而显著的前因,而这些情感因素会让学习变得更有趣、更有动力,使学习者进入心流体验从而产生更好的学习效果。2) 认知路径:虚拟环境中复杂的视听觉表现和细节保证了更好的表现保真度,使个体产生更高的临场感,然后通过认知变量对学习产生积极效果。但在此过程中,高临场感也可能导致更高的无关认知负荷,从而抑制学习[9],这也解释了研究

者对于临场感是否促进学习效果有不一致的看法。

现有模型大都是基于对现有教育理论的实证研究，很少有实证研究对模型中概述的路径进行具体检验。此外，现有模型的构建并没有进行媒体比较(沉浸式 VR 和桌面式 VR)，这可能会导致一组研究可能不会显示出不同 VR 模式之间的差异性，无法确定不同沉浸式虚拟环境中临场感的普遍可见性。因此，未来的研究人员需要进行更多的研究来测试、修改和扩展已有的模型。

3. 虚拟现实中的临场感在教育领域的应用研究

3.1. 临场感的教学活动应用

VR 的进步使得新的教育形式成为可能，在 VR 传感器和执行器的支持下，学生可以探索虚拟世界并与之互动，获得积极的教育体验，而基于临场感可以开展一系列教育活动，以帮助和促进相关主题的学习[10]。有关临场感的教学研究涉及基础学科教学、健康与医学和技能训练等多个领域的教学活动。例如在传统历史学科教学中可以融合 VR 技术构建希腊某建筑场景以增强教育虚拟场景的临场感支撑学习活动[11]。开展健康教育活也一直是教育领域的重点，临场感可以让健康安全教育学习体验更有效，例如在模拟火灾现场的虚拟环境越逼真，学生的临场感就越高，其消防安全教育学习效果就越好[12]。此外，临场感还能更多地应用于技能培训，例如职前教师技能培训，它促进学科和教学实践活动开展，使可持续的教育模拟实践中心成为可能。可以发现，临场感在教育中的应用范围广泛，既能促进专业技能的学习又有利于教学活动的开展。在教育领域研究临场感有助于我们更好地针对学习和可视化问题，最大化 VR 技术的好处。研究结果将为教学设计人员和虚拟现实软件开发人员提供如何提高学习效果的指导。随着 VR 的逐渐普及，我们有理由相信临场感的教育应用会有更广阔的前景。

3.2. 临场感的教学应用环境

临场感是虚拟现实的基本特征，是将虚拟体验识别为真实体验来确定体验学习是否可能的重要考察要素。临场感的产生依赖于虚拟环境，目前临场感应用的教学环境主要包括高沉浸式虚拟教学环境(HMD 和 VR 眼镜)和低沉浸式虚拟现实教学环境(Desktop VR)。高沉浸式虚拟现实的特点是使用头戴式显示器，增强视听觉或其他感官反馈，给虚拟世界一个真实的外观和感觉。而低沉浸式桌面虚拟系统可以运行在电脑等相对便宜的系统上，它能够在一个与现实世界非常相似的虚拟世界中提供实时可视化和交互，用户可以通过键盘、鼠标、操纵杆或触摸屏与虚拟环境进行交互。这两种虚拟现实技术都能使学生产生临场感，但高沉浸式虚拟现实技术凭借其设备的高沉浸性往往能产生更高的临场感。此外，笔者还发现现有的针对性的可利用 VR 资源较少，大多数虚拟教学环境与学习任务并不具有较好的适配性，存在一定的局限性。设计者应该进一步研究如何构建有效的虚拟教育环境以获得最佳程度的临场感，实现临场感和学习任务有效联通，使学习者能够参与有助于学习的认知过程。

3.3. 临场感的教学应用成效

临场感作为教育虚拟环境的独特特征，对于提升学习者的学习效益具有重要价值[13]。但到目前为止，还没有清晰的研究证据支持临场感与学习表现之间的关系，但大多数研究表明临场感可以提供积极的教育体验，对学习结果具有较大的正向影响。笔者认为这与临场感的作用机制有关(见图 1)，大多数情况下，临场感能增强学生的自我效能感，激发学生的学习动机和学习兴趣，让学生沉浸式体验 VR 学习的乐趣，更容易使其进入心流体验状态，从而提高学习效果。但过高的临场感也会造成学生认知负荷，这反过来抑制了学习，由此可看学习效果与虚拟临场感之间的关系并不是简单的直接对应。另外，临场感与虚拟系统之间关系会根据系统环境特征而变化，而虚拟环境中某些特定的功能或内容可能会破坏临场感和学

习结果之间的预期关系，因此部分研究结果可能会与现有研究不一致。

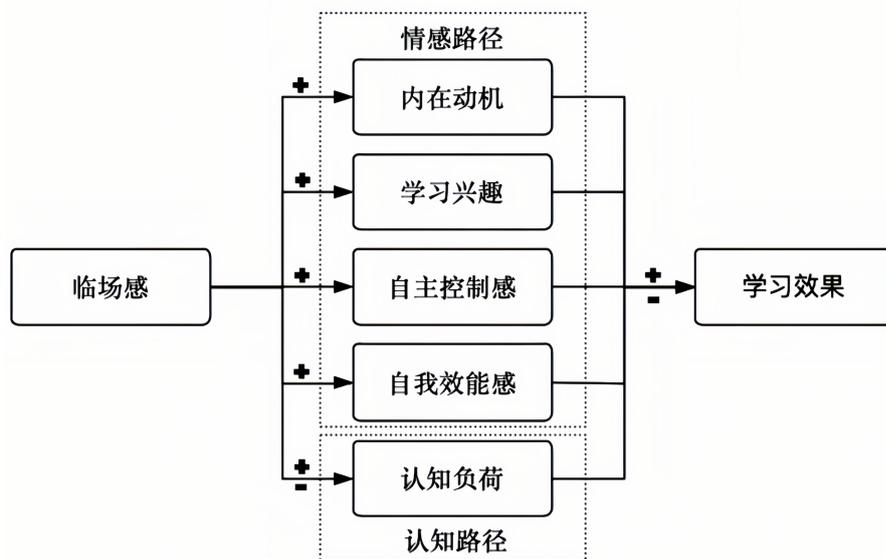


Figure 1. Mechanism of Presence

图 1. 临场感作用机制图

4. 结束语

随着数字智能技术的发展，VR 作为主流教学媒体已经是可预见的未来。本研究系统梳理教育领域临场感的文献，对未来研究者设计基于虚拟现实技术的教学环境以及通过虚拟现实技术开展教育活动提供了新的思路。随着学界对临场感研究的持续深入，临场感为 VR 教育行业拓展了新的可能性，许多临场感的关键性问题都获得了新的视角与维度，但值得思考和尚未解决的问题仍有很多。在此，提出未来临场感的研究展望：第一，关注其他因素对临场感的影响，挖掘学习形式、学习任务以及教育模式等虚拟学习环境教学设计方面的因素及其内在关系对临场感的影响作用。第二，实现临场感测量方法多元化，将传统方式与生理反应相结合，利用大数据技术对学习者的多模态数据进行深入分析，建立数据与临场感之间的联系。第三，开发虚拟现实学习资源体，进一步研究构建有效的虚拟教育环境以获得最佳程度的临场感，使学习者能够参与有助于学习的认知过程。

参考文献

- [1] Johnson-Glenberg, M.C. (2018) Immersive VR and Education: Embodied Design Principles that Include Gesture and Hand Controls. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, Article No. 81. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>
- [2] Witmer, B.G. and Singer, M.J. (1998) Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7, 225-240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- [3] Lee, K.M. (2004) Presence, Explicated. *Communication Theory*, 14, 27-50. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x>
- [4] Selzer, M.N., Gazcon, N.F. and Larrea, M.L. (2019) Effects of Virtual Presence and Learning Outcome Using Low-End Virtual Reality Systems. *Displays*, 59, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2019.04.002>
- [5] Cooper, N., Milella, F., Pinto, C., et al. (2018) The Effects of Substitute Multisensory Feedback on Task Performance and the Sense of Presence in a Virtual Reality Environment. *PLOS ONE*, 13, e0191846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191846>
- [6] Uz-Bilgin, C. and Thompson, M. (2022) Processing Presence: How Users Develop Spatial Presence through an Immersive Virtual Reality Game. *Virtual Reality*, 26, 649-658. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00528-z>

-
- [7] Servotte, J.C., Goosse, M., Campbell, S.H., *et al.* (2020) Virtual Reality Experience: Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, **38**, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- [8] Jennett, C., Cox, A.L., Cairns, P., *et al.* (2008) Measuring and Defining the Experience of Immersion in Games. *International Journal of Human-Computer Studies*, **66**, 641-661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- [9] Schrader, C. and Bastiaens, T.J. (2012) The Influence of Virtual Presence: Effects on Experienced Cognitive Load and Learning Outcomes in Educational Computer Games. *Computers in Human Behavior*, **28**, 648-658. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.11.011>
- [10] Rupp, M.A., Odette, K.L., Kozachuk, J., *et al.* (2019) Investigating Learning Outcomes and Subjective Experiences in 360-Degree Videos. *Computers & Education*, **128**, 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- [11] Mikropoulos, T.A. (2006) Presence: A Unique Characteristic in Educational Virtual Environments. *Virtual Reality*, **10**, 197-206. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0039-1>
- [12] Kwon, C. (2020) The Effect of the Degree of Anxiety of Learners during the Use of VR on the Flow and Learning Effect. *Applied Sciences*, **10**, Article No. 4932. <https://doi.org/10.3390/app10144932>
- [13] Allcoat, D., Hatchard, T. and Azmat, F., *et al.* (2021) Education in the Digital Age: Learning Experience in Virtual and Mixed Realities. *Journal of Educational Computing Research*, **59**, 795-816. <https://doi.org/10.1177/0735633120985120>