

数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用研究

周屹¹, 郭梦圆¹, 黄达翔²

(1. 桂林理工大学 艺术学院, 广西 桂林 541006; 2. 桂林蓝港科技有限公司, 广西 桂林 541003)

摘要: **目的** 探索数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用路径及其对用户沉浸式体验的影响。**方法** 首先通过文献研究识别数字孪生技术与家庭游戏娱乐产品的代表性构面, 并建立研究假设; 其次以实证研究为基础, 构建测量问卷, 并通过验证性因子分析检验问卷信效度; 最后通过结构方程模型进行假设验证, 以明晰数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用路径及其对沉浸式体验的影响。**结果** 构建了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用理论模型。**结论** 数字孪生技术的相对优势不直接影响用户的感知享受, 数字孪生技术的复杂集成无法直接影响家庭游戏娱乐产品的系统质量提升。技术兼容对于数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用具有重要意义, 后续研究及相关从业者应给予充分关注。

关键词: 数字孪生技术; 家庭游戏娱乐产品; 应用路径; 结构方程模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)16-0464-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.16.052

Application of Digital Twin Technology in Home Game Entertainment Products

ZHOU Yi¹, GUO Meng-yuan¹, HUANG Da-xiang²

(1. School of Art, Guilin University of Technology, Guangxi Guilin 541006, China;

2. Guilin Langang Technology Co., Ltd., Guangxi Guilin 541003, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the application path of digital twin technology in home game entertainment products and its impact on the user's immersive experience. Firstly, the representative constructs of digital twin technology and home game entertainment products were identified through literature research, and research hypotheses were established. Secondly, on the basis of empirical research, a measurement questionnaire was built, and the reliability and validity of the questionnaire was tested through confirmatory factor analysis. Finally, the hypotheses were tested through structural equation modelling to clarify the application path of digital twin technology in home game entertainment products and its impact on immersive experience. A theoretical model of the application of digital twin technology in home game entertainment products was developed. The relative advantage of digital twin technology has no direct effect on the user's perceived enjoyment. The complex integration of digital twin technology cannot directly affect the improvement of the system quality of home game entertainment products. Technology compatibility is of great significance to the application of digital twin technology in home game entertainment products. Follow-up research and related practitioners should pay more attention to it.

KEY WORDS: digital twin technology; home game entertainment products; application path; structural equation modelling

近年来, 数字孪生技术已被应用于汽车制造、医疗、空间设计和智慧城市等领域^[1], 然而, 数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用却鲜受关注, 预测

与分析数字孪生技术如何影响家庭游戏娱乐产品对娱乐行业尤为重要。一方面, 数字技术已经挑战了几个娱乐子行业中的现有产品 and 设计模式, 例如 VR 游

收稿日期: 2023-03-11

基金项目: 四川省高校哲学社会科学重点研究基地“工业设计产业研究中心”项目 (GYSJ2022-10); 2022 年度桂林理工大学校级一般项目: 思政背景下地方高校《包装设计》线上线下混合式一流课程建设

作者简介: 周屹 (1976—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为产品设计、数字媒体设计。

戏头盔^[2];另一方面,家庭游戏娱乐产品带给用户的沉浸式体验有助于用户丰富现实生活教育的能力,即,它允许用户感知复杂的空间联系和现实生活中无法观察到的事物,从而更好地理解抽象概念,并可能通过促进信息整合来提高学习能力^[3]。因此,本研究通过沉浸式体验视角,探索了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用路径及影响关系。

1 理论基础与模型构建

1.1 构面识别

1.1.1 数字孪生

数字孪生,又称数字镜像,旨在将复杂物体从现实空间构建到虚拟数字空间中,并通过信息链接,实时描绘和模拟物体的系统和动态特征,从而帮助人们在虚拟环境中完成在现实世界难以进行的各种分析和研究^[4]。数字孪生的概念,最初于2003年由Grieves教授在美国密歇根大学产品生命周期管理课程上提出,由于数字孪生技术具备虚实融合与实时交互、迭代运行与优化,以及全要素/全流程/全业务数据驱动等特点,目前已被逐步应用到各个民用领域^[1]。

吴雁等^[5]认为数字孪生由三个主要部分组成:真实的物理产品;虚拟产品;将真实产品与虚拟产品联系起来的链接。Jia等^[6]将数字孪生这一显著特征归纳为“技术兼容性(Technical Compatibility, TC)”。Attaran等^[7]通过系统性文献综述发现,数字孪生使用4种技术来创建物理对象的数字表现。这些技术包括物联网(IoT)、人工智能(AI)、扩展现实(XR)和云计算。这些技术的复杂集成突出了数字孪生的第二个重要参考特征,即“技术复杂性(Technical Complexity, TCx)”。此外,Wright等^[8]指出,数字孪生技术对传统仿真技术的“相对优势(Relative Advantage, RA)”在于数字孪生技术的实时同步能力和虚实交互能力。

1.1.2 沉浸式体验

沉浸式体验(Immersive Experience, IE)被定义为基于技术创造的一种氛围或场景,通过与用户的多感官交互,使用户产生身临其境的体验^[9]。这得益于数字孪生技术的实时同步和虚实交互能力。具体而言,数字孪生技术通过与物理世界的实时同步,增强虚拟环境的准确性和保真度以刺激用户感官,引导用户产生身临其境的主观感受。Slater等^[10]将这一过程认为是高沉浸式体验的关键性决定因素。此外,Bohil等^[11]通过案例研究指出,数字孪生技术可用于调整和个性化(每个用户)的沉浸式体验。例如,数字孪生技术可以捕捉用户在游戏过程中的身体反应,如心率或运动模式,以用于实时调整游戏的难度或叙述,从而增强个性化体验。

1.1.3 家庭游戏娱乐产品

家庭游戏娱乐产品作为最具潜力的智能产业之一。Tsai等^[12]通过跨案例比较法对不同品牌和类型的家庭游戏娱乐产品进行分析(例如,PS5、XBOX、Switch等),并指出两个影响家庭游戏娱乐产品和沉浸式体验连接的重要因素:系统质量和感知享受。对家庭游戏娱乐产品而言,系统质量(System Quality, SQ)是影响用户沉浸式体验的重要的变量。用户命令的准确识别、系统功能的多样性、服务的及时响应、用户隐私和安全保护等,都取决于系统质量^[13]。感知享受(Perceived Enjoyment, PE)是指个体在使用相关产品过程中感知到开心和愉悦的程度,在体验中起着重要作用^[14]。对家庭游戏娱乐产品,数字孪生技术的兼容性、复杂性和相对优势,都会直接或间接地影响产品的系统质量和用户的感知享受,进而影响沉浸式体验。

1.2 研究假设

技术兼容性是技术采用过程中的一个显著决定因素,对系统质量和感知享受产生了相当大的影响^[5]。Bohil等^[11]认为,当数字孪生技术与用户现有的游戏系统和偏好一致时,可以显著增强他们的游戏体验。这种通过技术的无缝集成增强沉浸感和享受的潜力表明了技术兼容性在开发高质量、愉快的游戏体验方面的针对性。因此,基于以上观点,本研究提出以下假设。

假设1(H1):技术兼容性对系统质量具有正向的显著影响。

假设2(H2):技术兼容性对感知享受具有正向的显著影响。

技术复杂性通常被认为是技术采用的障碍^[5],但在游戏中却被证明可以提高系统质量^[12]。复杂的游戏以复杂的结构和机制为特点,产生了深度的参与,丰富了用户体验,从而提升了系统质量^[7]。这些发现强调了游戏中复杂性的细微作用,与其他领域相反,它可能会提高系统的感知质量,而不是阻碍其使用。这促使本研究提出以下假设。

假设3(H3):技术复杂性对系统质量具有正向的显著影响。

Wright等^[8]认为,相对优势可视为一项新技术相对于其前身的感知优势,它可以潜在地放大游戏领域中的感知享受。例如,数字孪生技术的实时互动能力可以加强游戏所带来的趣味性^[11]。相对优势和感知趣味性之间的这种正相关关系意味着,与现有系统相比有明显改进的技术进步可以大大增强用户的乐趣。这一观察构成了以下假设的基础。

假设4(H4):相对优势对感知享受具有正向的显著影响。

系统质量和感知享受都与沉浸式体验相关联^[12]。卓越的系统质量确保游戏的完美性能,最大限度地减

少干扰,从而实现沉浸感^[13]。同时,享受一直与沉浸感相关^[14],这表明从游戏中获得乐趣的用户可能会体验到更高水平的沉浸感^[11]。在游戏环境中,系统质量、享受和沉浸感之间的这种相互作用支持了如下假设。

假设5(H5):系统质量对沉浸式体验具有正向的显著影响。

假设6(H6):感知享受对沉浸式体验具有正向

的显著影响。

此外,鉴于数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用可能是一种持续增长趋势,提出以下命题:家庭游戏娱乐产品在数字孪生技术与沉浸式体验之间存在中介效应。

综合上述假设关系及命题,绘制了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用研究模型,见图1。

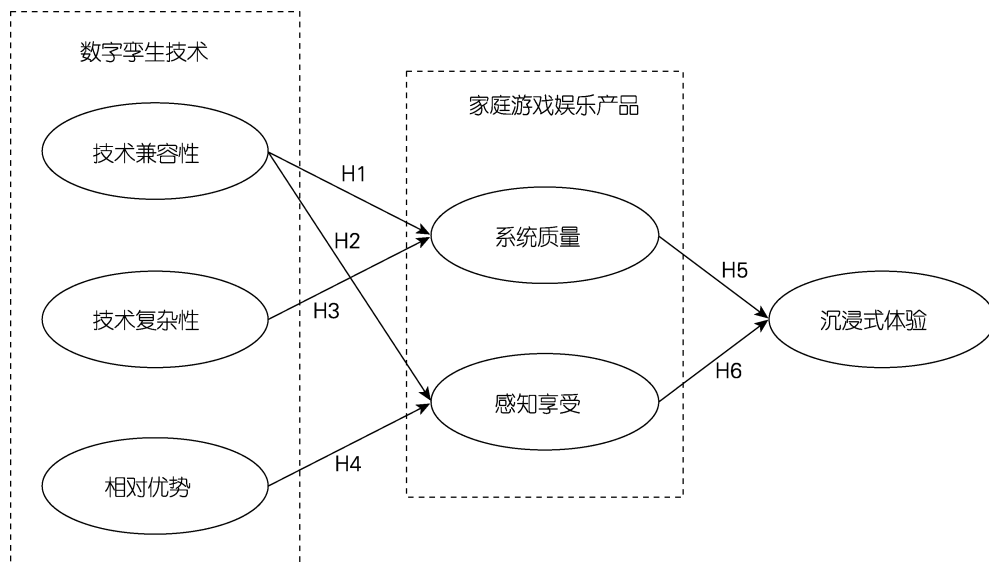


图1 数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用研究模型

Fig.1 Research model for application of digital twin technology in home game entertainment products

2 研究方法

结合假设模型与国内外相关研究中的成熟量表,本文构建了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用测量问卷。具体而言,技术兼容性、技术复杂性和相对优势采用了 Rogers^[15]提出的量表,并略作修改。系统质量和感知享受参考了 Liu 等^[13]提出的测量项。沉浸式体验使用了 Slater 等^[10]的测量项,并稍作修改。最终问卷共包含 29 个问题,并以五点李克特格式呈现,其中“1”到“5”分别代表“非常不同意”至“非常同意”。

本研究共发放了 510 份问卷。目标人群是使用过或对家庭游戏娱乐产品感兴趣的用户。在数据筛选中,去除填写时间过短、重复和问题答案包含缺失值的 37 份问卷,最终回收的有效问卷为 473 份,超出测量项的 10 倍,样本量达到预期要求。

数据分析采用了结构方程模型(SEM)。SEM 是一种面向变量的研究方法,适用于理论构建和验证。数据分析过程严格遵照了 Anderson 等^[16]提出的 SEM 分析步骤:首先通过验证性因子分析(CFA)评估测量项目的信效度和模型拟合度;其次使用路径分析验证研究模型中的假设关系;最后采用中介效应分析检验提出的研究命题。分析软件为 SPSS 25.0 和 AMOS 26.0。

3 研究结果

3.1 人口学特征分析结果

样本的人口学基本信息统计结果,见表1。其结果显示,男性占比为 50.7%,女性占比为 49.3%,男女比例比较均衡。样本的年龄集中分布于 26~35 岁,占比达 36.6%;其次为 18~25 岁,占比达 22.2%。从教育程度来看,大部分受访者拥有大学本科学位,占比为 37.6%,而高中和初中具有一个相同的占比,为 20.1%。此外,188 人为在职工作者,占比为 39.7%。对接触家庭游戏娱乐产品的时长而言,超过 20 年的占比最高,为 22.0%,其次是 2~7 年,占比为 21.1%。

3.2 信效度检验

通过验证性因子分析检验了测量问卷的信效度,结果见表2。Cronbach's α (α) 和组合信度(CR 值)是评估问卷信度的有效指标,而因子载荷系数和平均方差萃取值(AVE)是衡量效度的有效指标^[17]。测量问卷的 Cronbach's α (α) 均大于 0.8,且 CR 值均大于 0.7,表明问卷内部具有良好的一致性。与此同时,标准因子载荷系数均呈现显著性($P < 0.001$),且都大于 0.7,AVE 值也均大于 0.5,表明问卷具有可靠的

聚敛效度。此外, AVE 平方根数值均高于其所在行列的相关系数, 说明了问卷中的每个构面拥有较好的区分效度, 见表 3。综上所述, 本研究的测量问卷具有良好的信效度。

表 1 样本基本信息统计结果
Tab.1 Statistical results of basic sample information

特征	类别	频数	百分比/%	特征	类别	频数	百分比/%
性别	男	240	50.7	就业状况	在职者	188	39.7
	女	233	49.3		失业者	85	18.0
年龄	18~25	105	22.2		已退休	8	1.7
	26~35	173	36.6		学生	87	18.4
	36~45	81	17.1		其他	105	22.2
	46~55	86	18.2	接触家庭游戏娱乐产品的时长	小于 1 年	94	19.9
	56 以上	28	5.9		2~7 年	100	21.1
	初中及以下	95	20.1		8~13 年	88	18.6
教育程度	高中	95	20.1		14~19 年	87	18.4
	大学	178	37.6		超过 20 年	104	22.0
	硕士	85	18.0				
	博士及以上	20	4.2				

表 2 信度与聚敛效度
Tab.2 Reliability and convergent validity

构面		测量项	标准因子载荷	CR 值	AVE 值	α
技术兼容性 (TC)	TC1	这项技术非常适配我的偏好	0.788	0.902	0.647	0.901
	TC2	我觉得这项技术与我使用的其他技术一致	0.792			
	TC3	这项技术与我目前的设备兼容	0.806			
	TC4	这项技术与我的生活方式兼容	0.803			
	TC5	我很容易将这项技术整合到我现有的设置中	0.831			
技术复杂性 (TCx)	TCx1	我发现系统使用起来非常复杂	0.803	0.902	0.605	0.900
	TCx2	学习操作系统对我来说很容易	0.775			
	TCx3	熟练使用系统对我来说很容易	0.759			
	TCx4	系统提供了复杂的功能	0.803			
	TCx5	系统的界面不直观	0.759			
	TCx6	系统的指令不明确	0.764			
相对优势 (RA)	RA1	与其他技术相比, 此技术提供了更多优势	0.824	0.901	0.647	0.901
	RA2	此技术比传统技术更加有趣	0.820			
	RA3	使用此技术使我能够完成更多的事情	0.801			
	RA4	与其他技术相比, 此技术提供了更多独特的功能	0.777			
	RA5	使用此技术可以使我在操作时更有效率	0.798			
系统质量 (SQ)	SQ1	系统是可靠的	0.827	0.841	0.638	0.840
	SQ2	系统提供的信息准确	0.810			
	SQ3	系统会快速响应我的命令	0.759			
感知享受 (PE)	PE1	我发现使用此系统非常愉快	0.773	0.888	0.612	0.887
	PE2	使用系统的实际过程是友好的	0.790			
	PE3	我喜欢与系统交互	0.772			
	PE4	使用系统让我感到无聊	0.777			
	PE5	系统为我提供了很多乐趣	0.800			
沉浸式体验 (IE)	IE1	使用系统时, 我感觉仿佛置身于另一个世界中	0.783	0.892	0.623	0.892
	IE2	使用系统时, 我感觉完全沉浸在游戏中	0.797			
	IE3	我与系统的交互产生了一种身临其境的感知	0.765			
	IE4	我在使用系统时忘记了时间	0.803			
	IE5	系统让我觉得我是游戏的一部分	0.796			

表 3 区分效度
Tab.3 Discriminant validity

构面	技术兼容性	技术复杂性	相对优势	系统质量	感知享受	沉浸式体验
技术兼容性	0.804					
技术复杂性	0.056	0.778				
相对优势	0.310	0.124	0.804			
系统质量	0.340	0.059	0.215	0.799		
感知享受	0.128	0.120	0.064	0.080	0.782	
沉浸式体验	0.278	0.414	0.263	0.254	0.362	0.789

注：斜对角线数字为 AVE 平方根值。

3.3 模型拟合分析

数据样本与研究模型的拟合度可以通过以下指标反映：卡方（chi-square）、自由度（df）、卡方自由度比（chi-square/df）、均方根残差（SRMR）、近似均方根误差（RMSEA）、Tucker-Lewis 指数（TLI）和比较拟合指数（CFI）^[18]。模型拟合分析结果分别显示了测量模型（即所有构面之间及与其对应测量项的路径量化关系）和研究模型的模型拟合度。通过与指标的判别数值对照，表明本研究构建的数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用模型具备了良好的模型拟合度，见表 4。

3.4 假设路径检验

通过对研究模型中的假设关系检验，以确定数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用路径及其对沉浸式体验的影响，结果见表 5。

分析结果表明，技术兼容性到系统质量的标准化路径系数为 0.399 且 $P < 0.001$ ，表明技术兼容性对系统质量产生显著的正向影响，因此 H1 得到支持。一

方面，技术兼容性能够正向的影响感知享受（ $\beta=0.142$ ， $P < 0.05$ ），假设 H2 得到验证；另一方面，技术复杂性对系统质量的影响并不显著（ $P > 0.05$ ），表明技术复杂性不具备直接正向影响系统质量的能力，因此不支持 H3。相对优势对感知享受无正向的显著影响（ $\beta=0.035$ ， $P > 0.05$ ），假设 H4 不成立。最后，沉浸式体验受到系统质量（ $\beta=0.277$ ， $P < 0.001$ ）和感知享受（ $\beta=0.387$ ， $P < 0.001$ ）的显著正向影响，从而分别支持了假设 H5 与 H6。

3.5 中介效应检验

为了验证家庭游戏娱乐产品在数字孪生技术与沉浸式体验之间存在中介效应的命题，研究将系统质量和感知享受作为中介变量，并采用 Bootstrap 抽样法^[19]进行了 5 000 次重复性随机抽样。最终，获取了数字孪生技术（技术兼容性、技术复杂性及相对优势），家庭游戏娱乐产品（系统质量和感知享受）与沉浸式体验之间的 95%置信区间（95% Boot CI），见表 6。

表 4 模型拟合度
Tab.4 Goodness-of-fit of model

	卡方	自由度	卡方自由度比	SRMR 值	RMSEA 值	TLI 值	CFI 值
判别数值			<3	<0.10	<0.05	>0.9	>0.9
测量模型	427.819	362	1.182	0.030	0.020	0.990	0.991
研究模型	543.560	368	1.477	0.088	0.032	0.975	0.977
拟合效果	理想	理想	理想	理想	理想	理想	理想

表 5 假设检验
Tab.5 Hypothesis testing

研究假设	影响路径	标准化回归系数（ β ）	标准误（SE）	临界比值(C.R.)	P	检验结果
H1	技术兼容性→系统质量	0.399	0.056	7.570	0.000	支持
H2	技术兼容性→感知享受	0.142	0.053	2.558	0.011	支持
H3	技术复杂性→系统质量	0.066	0.052	1.328	0.184	不支持
H4	相对优势→感知享受	0.035	0.049	0.635	0.526	不支持
H5	系统质量→沉浸式体验	0.277	0.046	5.563	0.000	支持
H6	感知享受→沉浸式体验	0.387	0.052	7.597	0.000	支持

表 6 中介效应
Tab.6 Mediating effect testing

中介路径	总效应	中介效应	Boot SE	z 值	95% Boot CI		直接效应	检验结论
					下限	上限		
技术兼容性→感知享受→沉浸式体验	0.201**	0.032	0.014	2.268	0.007 ~ 0.061		0.130**	部分中介
技术兼容性→系统质量→沉浸式体验	0.201**	0.040	0.015	2.688	0.016 ~ 0.073		0.130**	部分中介
技术复杂性→感知享受→沉浸式体验	0.394**	0.033	0.014	2.385	0.006 ~ 0.059		0.358**	部分中介
技术复杂性→系统质量→沉浸式体验	0.394**	0.004	0.007	0.574	-0.008 ~ 0.019		0.358**	中介不显著
相对优势→感知享受→沉浸式体验	0.143**	0.004	0.014	0.266	-0.023 ~ 0.032		0.124**	中介不显著
相对优势→系统质量→沉浸式体验	0.143**	0.015	0.009	1.668	0.002 ~ 0.037		0.124**	部分中介

注: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ 。

在技术兼容性到感知享受再到沉浸式体验的路径中, 感知享受在技术兼容性影响沉浸式体验中, 95%置信区间下限为 0.007, 上限为 0.061, 置信区间不包含 0, 因此中介效应显著。相似地, 系统质量在技术兼容性影响沉浸式体验中, 95%置信区间为 0.016 到 0.073, 不包含 0, 所以中介效应显著。在技术复杂性到沉浸式体验的路径中, 感知享受的 95%置信区间不包含 0, 故中介效应显著, 而系统质量的 95%置信区间为-0.008 到 0.019, 包含 0, 故中介效应不显著。在相对优势对沉浸式体验的影响路径中, 感知享受中介效应不显著, 即 95%置信区间包含 0, 而系统质量的 95%置信区间不包含 0, 故系统质量在相对优势影响沉浸式体验中, 中介效应显著。

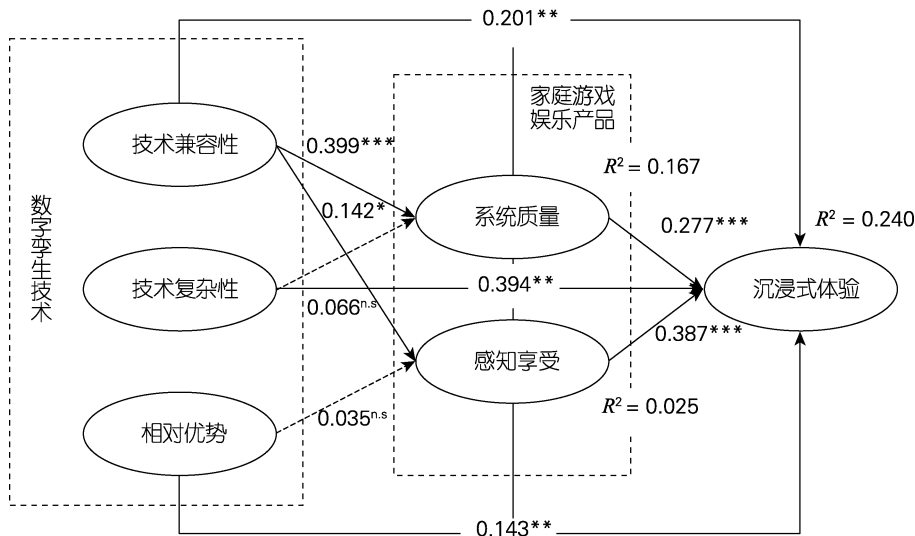
4 数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用挑战及建议

将假设检验结果与中介效应分析结果映射至研究模型, 以归纳出数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品

中的应用模型, 见图 2。通过对比构面之间的影响关系, 本研究总结了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用挑战及建议。

4.1 依托应用集成技术

综上所述, 数字孪生是技术的复杂集成, 涉及技术包括但不限于物联网 (IoT)、人工智能 (AI)、扩展现实 (XR) 和云计算, 而路径分析结果显示技术复杂性无显著影响系统质量, 两者结合表明, 数字孪生技术的复杂集成无法直接影响家庭游戏娱乐产品的系统质量提升。另外, 中介效应分析显示, 技术复杂性对沉浸式体验存在间接影响, 即在沉浸式体验视域下, 数字孪生技术的复杂集成对家庭游戏娱乐产品具有积极促进作用。这些结果解释说明了, 在家庭游戏娱乐产品的应用中, 数字孪生技术的“打包式”整合融入并非最优应用途径; 相反, 相关从业者应该更多地虑家庭游戏娱乐产品的具体功能应用、用户需求及用户体验诉求, 依托这些因素选择针对性的数字孪生技术集成。总之, 数字孪生技术在家庭游戏娱乐



注: * $P < 0.05$; *** $P < 0.001$ 。实线 (粗) 为直接路径; 实线 (细) 为中介路径; 虚线为不显著。

图 2 数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用模型

Fig.2 Model for application of digital twin technology in home game entertainment products

产品中的应用应该以用户为中心,且具有动态性和选择性。

4.2 优势载体化

数字孪生技术的相对优势在于实时同步能力和虚实交互能力。然而,路径分析结果显示数字孪生技术的相对优势不直接影响用户的感知享受,导致这一结果的原因可能为:用户对数字孪生技术的相关知识并不熟悉;缺乏呈现优势的适配载体。例如,用户在虚拟环境中交互需要 VR 头盔或可穿戴设备等。因此,在家庭游戏娱乐产品中的应用中,数字孪生技术的优势需要载体化。可以通过针对性地外接设备或允许用户接入个人设备(如智能手机或 Ipad),多元载体化呈现数字孪生技术的优势。目前的适配载体虽集中于智能硬件外接设备,但未来的数字孪生技术载体发展或将朝向载体虚拟化。

4.3 基于技术兼容的沉浸式体验营造

路径分析结果显示技术兼容性对系统质量和感知享受均存在正向显著影响,而沉浸式体验的 R^2 值显示,技术兼容性一个单位的增长最终可促进沉浸式体验 24% 的提升。这些结果表明,数字孪生技术的兼容性有助于提升家庭游戏娱乐产品营造沉浸式体验的能力,表现为以下几个方面:第一,在家庭游戏娱乐产品系统中,兼容系统功能的多样性、服务的及时响应、用户隐私和安全保护,以提升系统质量从而提升用户的沉浸式体验;第二,在用户使用家庭游戏娱乐产品过程中,兼容用户的输入、系统的输出,各种软硬件的综合应用,以及及时满足用户感知需求从而提升沉浸式体验。中介效应分析结果也支持了上述观点。因此,技术兼容对于数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用具有重要意义,后续研究及相关从业者应给予充分关注。

5 结语

数字孪生技术的落地应用是近些年的研究焦点,本文通过沉浸式体验视角,讨论了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用路径及影响关系。基于文献研究提取了 6 个代表性变量作为研究构面,并通过结构方程模型(SEM)构建了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用模型,从而提出了数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用挑战及建议。在理论上,研究结果为数字孪生技术背景下的家庭游戏娱乐产品分析提供了框架和理论基础;在现实上,为相关从业者提供了基于实证研究的数字孪生技术在家庭游戏娱乐产品中的应用建议。

这项研究收集数据的测量问卷是基于国外成熟量表开发,尽管笔者进行了多次修订,并坚持高质量的翻译,但由于文化差异,样本可能存在同源偏差。

在未来工作中,将从不同的用户群体收集更多的数据,并执行探索性因子分析以减少误差。

参考文献:

- [1] 陶飞,刘蔚然,张萌,等.数字孪生五维模型及十大领域应用[J].计算机集成制造系统,2019,25(1):1-18.
TAO Fei, LIU Wei-ran, ZHANG Meng, et al. Five-Dimension Digital Twin Model and Its Ten Applications[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2019, 25(1): 1-18.
- [2] MIHALE-WILSON C, FELKA P, HINZ O, et al. The Influence of Location-Based Games on Traditional Entertainment Products[J]. Decision Support Systems, 2021, 149: 113604.
- [3] ZUO Teng-jia, BIRK M, SPEK E D, et al. The Effect of Fantasy on Learning and Recall of Declarative Knowledge in AR Game-Based Learning[J]. Entertain Comput, 2023, 46: 100563.
- [4] 张艳丰,欧志梅.数字孪生技术驱动下智慧图书馆场景化服务模式研究[J].情报理论与实践,2022,45(8):47-53.
ZHANG Yan-feng, OU Zhi-mei. Research on the Scenario-Based Service Mode of Smart Libraries Driven by Digital Twin Technology[J]. Information Studies (Theory & Application), 2022, 45(8): 47-53.
- [5] 吴雁,王晓军,何勇,等.数字孪生在制造业中的关键技术及应用研究综述[J].现代制造工程,2021(9):137-145.
WU Yan, WANG Xiao-jun, HE Yong, et al. Review on the Technology and Application of Digital Twin in Manufacturing Industry[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2021(9): 137-145.
- [6] JIA Wen-jie, WANG Wei, ZHANG Zhen-zu. From Simple Digital Twin to Complex Digital Twin Part I: A Novel Modeling Method for Multi-Scale and Multi-Scenario Digital Twin[J]. Advanced Engineering Informatics, 2022, 53: 101706.
- [7] ATTARAN M, CELIK B G. Digital Twin: Benefits, Use Cases, Challenges, and Opportunities[J]. Decision Analytics Journal, 2023, 6: 100165.
- [8] WRIGHT L, DAVIDSON S. How to Tell the Difference between a Model and a Digital Twin[J]. Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences, 2020, 7(1): 1-13.
- [9] 徐铷忆,陈卫东,郑思思,等.境身合一:沉浸式体验的内涵建构、实现机制与教育应用——兼论 AI+沉浸式学习的新场域[J].远程教育杂志,2021,39(1):28-40.
XU Ru-yi, CHEN Wei-dong, ZHENG Si-si, et al. Integration of Environment and Body: The Connotation Construction, Realization Mechanism and Educational Application of Immersive Experience: Also Discuss the New Form of AI+Immersive Learning[J]. Journal of Distance Education, 2021, 39(1): 28-40.

(下转第 478 页)