

· 特约稿 ·

元宇宙视域下的用户信息行为:框架与展望

吴 江^{1,2} 曹 喆² 陈 佩² 贺超城² 柯 丹³

(1. 武汉大学信息资源研究中心, 武汉, 430072; 2. 武汉大学信息管理学院, 武汉, 430072; 3. 武汉大学经济与管理学院, 武汉, 430072)

[摘 要] 元宇宙是基于数字技术而构建的一种人以数字身份参与的虚实融合的三元世界数字社会。在虚拟与现实深度融合的元宇宙视域下,信息具有更丰富的生产与表现形式,用户具有新的需求与体验,其中的用户信息行为与传统环境存在着异同。元宇宙视域下的用户信息行为研究可以基于已有理论,结合新环境特征进行迭代优化,从用户、信息、技术三个维度展开,实现更有效的信息资源管理与用户行为理解,以促进元宇宙的应用推广与风险管理。

[关键词] 元宇宙 用户信息行为 数字孪生 虚拟现实 信息生态

[中图分类号] G252 [文献标识码] A [文章编号] 2095-2171(2022)01-0004-17

DOI: 10. 13365/j. jirm. 2022. 01. 004

Users' Information Behavior from the Perspective of Metaverse: Framework and Prospect

Wu Jiang^{1,2} Cao Zhe² Chen Pei² He Chaocheng² Ke Dan³

(1. Center for Studies of Information Resources, Wuhan University, Wuhan, 430072; 2. School of Information Management, Wuhan University, Wuhan, 430072; 3. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan, 430072)

[Abstract] The metaverse is a digital society of the ternary world, in which people participate in the integration of virtuality and reality with a digital identity. From the perspective of the metaverse, the virtual and reality have been deeply integrated. Accordingly, information has a richer production and representation form, and users have new demands and experiences. It is noted that there exist both similarities and differences in users' information behaviors between the metaverse and traditional environments. Specifically, from the perspective of the metaverse, the research on users' information behaviors can be based on the existing theories and combined with the characteristics of the new environment. It can be carried out from the three dimensions of the user, information, and technology to achieve more effective information resource management and user behavior understanding, so as to promote the application promotion and risk management of the metaverse.

[Keywords] Metaverse; Users' information behavior; Digital twin; Virtual reality; Information ecology

[基金项目] 本文系教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“网络环境下大数据新动能机制研究”(20JZD024)和国家自然科学基金面上项目“信息不对称驱动的共享经济去中心化机制与风险的复杂性研究”(71874131)的研究成果之一。

[作者简介] 吴江,教授,博士生导师,研究方向为数字经济、社会网络计算、用户信息行为;曹喆,本科生,研究方向为用户信息行为;陈佩,硕士生,研究方向为用户信息行为;贺超城(通讯作者),讲师,研究方向为数字经济、信息计量, Email: he_chaocheng@whu.edu.cn;柯丹,副教授,研究方向为数字经济、信息系统、旅游管理。

本文引用格式:吴江,曹喆,陈佩,等.元宇宙视域下的用户信息行为:框架与展望[J].信息资源管理学报,2022,12(1): 4-20.

1 引言

2021年10月28日,扎克伯格宣布Facebook将改名为Meta,业务转向以元宇宙(Metaverse)为主的新兴计算。当今世界,伴随着智能终端的普及与5G、区块链等基础设施的完善,以及扩展现实(XR)等设备与应用的兴起,元宇宙时代正在来临。元宇宙的构建需要理解物理、人类、信息三元世界的融合以及信息、用户两大主体的互动。其中,物理世界,由客观存在的自然力和物理规律构成;人类世界,是人类各种社会活动与人类智慧的总和;信息世界,以比特为单位要素跨越时间和空间的限制,极大地扩展了人类的生活范围与思想边界。三元世界构成了现实空间,通过XR、仿真模拟、数字孪生、区块链、脑机接口等数字技术创建了虚拟空间,用户在现实与虚拟空间中穿梭,信息在现实与虚拟空间中流动,用户与信息的互动促进了虚实空间的融合,现实与虚拟空间的相融共生形成了元宇宙,元宇宙逐渐成为数字社会的进阶形态。

当前,有关元宇宙的研究大多聚焦于元宇宙的应用场景、技术基础与未来发展模式的分析。有研究关注到元宇宙博物馆展览的内容服务^[1],以及基于元宇宙的辅助生活智能家居环境^[2];有研究围绕零售业从传统到电子再到元宇宙的演变,探究如何设计促销策略使得企业在元宇宙下获得更多效益^[3]。有学者提出元宇宙促进了沉浸式投影显示技术的发展,元宇宙和技术相互成就^[4];有学者从宏观的角度提出包含基础设施、交互和生态系统的三层元宇宙架构,阐述了一个区块链驱动的大学校园元宇宙原型^[5];有学者围绕3D虚拟世界和元宇宙的现状以及未来的可能性,描述了实现功能性元宇宙的当前状态以及各个领域的发展空间^[6]。此外还有研究探索元宇宙多语言对话及其促进国际交流和国际化特征的可能性^[7],以及关注如何利用适当的经济和法律决策来充分调动用户的创造力,以构建更丰富和多元的元宇宙^[8],更多研究则着眼于新型体验式教学模式^[9-10],以期促进教育的发展。可见,元宇宙已经受

到各领域学者的关注。元宇宙不仅具有广泛的应用场景,为诸多技术应用带来曙光,但同时也引发了一些争议,例如元宇宙中的隐私和知识产权问题^[11]。

尽管针对元宇宙已有一些研究,但尚未有研究关注到元宇宙视域下的用户信息行为,从信息和用户两大主体视角切入的探讨尚且不足。信息是元宇宙持续运转的重要基础,而用户是元宇宙中一切活动的核心^[12],用户与信息互动则促成元宇宙的发展演化。本文对元宇宙视域下的用户信息行为展开剖析,并提出用户与信息互动的研究框架,厘清两大主体在元宇宙视域下的交互机制,进而为元宇宙这一全新环境下的用户信息行为研究提供参考。

2 元宇宙视域的特征分析

2.1 起源与发展

元宇宙的思想导源于美国数学家Vernor Vinge教授于1981年出版的小说《真名实姓》,他创造性地构思了一个通过脑机接口进入并获得感官体验的虚拟世界。其概念的正式提出是在美国科幻大师Neal Stephenson于1992年创作的小说《雪崩》中,描述了一代互联网人通过化身在平行于现实的网络世界感知交互。此后,元宇宙在科幻作品中被广泛提及,并在电影《头号玩家》中为大众所熟知。

关于元宇宙的定义尚无定论,本研究结合前人观点^[13-14]认为,元宇宙是基于数字技术而构建的一种人以数字身份参与的虚实融合的三元世界数字社会。元宇宙的构建将经历如图1所示的三个阶段^[15]:①虚实孪生,元宇宙基于数字孪生和仿真模拟等技术在虚拟空间生成现实空间的镜像。这个阶段,现实时空的生产过程和需求结构尚未改变,普遍认为现实中才有价值,虚拟活动是对现实的模拟,现实与虚拟泾渭分明,是两个平行的空间^[16]。②虚实相生,随着计算机仿真模拟技术的持续提升,现实空间的真实性不断退却,现实中的空间和时间符号逐渐增值。在此阶段,大规模生产的仿造物与真实的摹本成为平等关系^[17]。数字技术不仅将虚拟空

间变得更真实，还将改造现实空间的生产过程，现实与虚拟相互促进，两个空间逐渐产生更多交集。③虚实融生，当元宇宙达到成熟阶段，虚拟空间将创造出超现实，并把真实同化于自身之中。更多地作为模仿对象的

现实可能将不复存在，虚拟空间中的更多仿造物将成为没有原本的东西的摹本。现实与虚拟实现融合共生，虚拟空间的范围将大于现实空间，更多现实中没有的场景和生活将在虚实空间中存在。

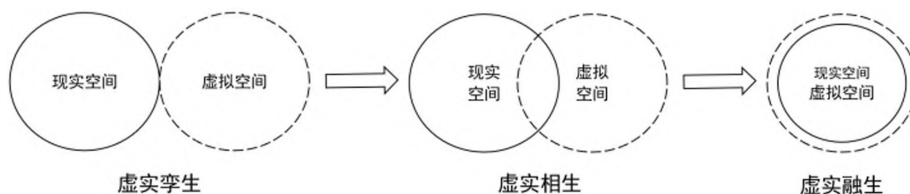


图1 元宇宙的构建阶段

2.2 技术体系

元宇宙的实现依赖于可靠的技术体系，如图2所示，可分为五个层面进行搭建。在网络连接上，5G网络环境与物联网是基础，高速率、低时延、低能耗与支持大规模设备连接等技术特征为网络连接提供了有力的保障。

在数据处理方面，云计算奠定了坚实的算力基础，目前大型游戏采用的客户端+服务器模式，对客户端设备的性能和服务器的承载能力有较高要求^[18]，因此，具有动态分配算力的云计算是元宇宙的基本保证；同时，边缘运算^[19]将元宇宙计算所需的大型服务分解成为小巧而易于管理的子任务，分散到边缘节点去处理，为用户流畅、优质的体验提供保障；数据挖掘则为信息价值的转化提供支持，元宇宙具有庞大的信息生态，通过对其规则、概念、规律及模式的探索洞察，用户能够对历史与现实形成清晰认识，进而更具前瞻性地感知世界和预测未来。

在确权认证方面，技术底层的区块链技术与应用上层的非同质化代币（NFT）体系，为元宇宙中数字资源的生产、确权、交易等的健康有序运转奠定技术基础^[20]。由于区块链技术具有不易篡改、公开透明、去中心化等特性，它可以为元宇宙提供与网络虚拟空间无缝契合的支付和结算系统，可以实现规则透明和确定性执行机制，从而实现元宇宙经济体系的高效、稳定^[21]。NFT的最大特征在于不可篡改、不可分割和唯一性，它可以对元宇宙环境中的数字资产进行标记，可以应用于知识产权领域识别专利、实体资产、记录和身份证明，从而更好地维护用户产权与利益。

在虚实交互方面，元宇宙的实现依托于强有力的虚实交互界面，XR技术与脑机接口（BCI）等物联网设备使用户与信息在虚拟与现实空间之间的沟通成为可能。XR集AR、VR、MR等多种技术于一体，通过将真实与虚拟相结合打造人机交互的虚拟环境；BCI则通

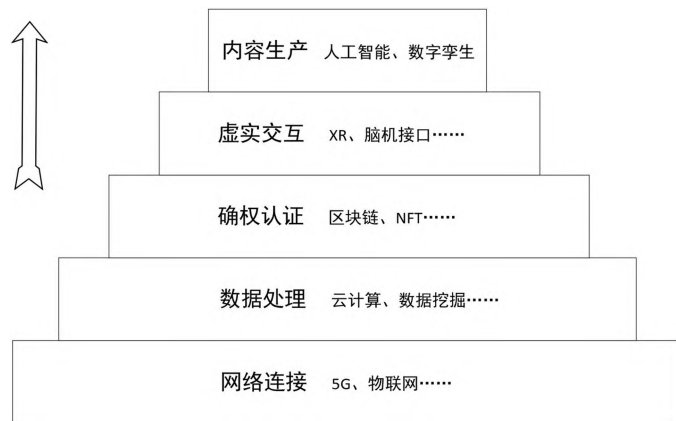


图2 元宇宙的技术体系

过对大脑活动过程中脑信号的编码和解码，在大脑和外部设备之间建立直接的通讯和控制通道，促进元宇宙中用户与信息交互。XR 与 BCI 技术的应用将极大地提升用户的沉浸感，为用户带来元宇宙新体验。

在内容生产方面，元宇宙信息生态的形成有赖于高效的内容生产机制。人工智能通过算法训练能够做到根据用户的行为与反馈实时生产信息内容，不仅极大地提升了内容生产效率，而且通过大量优质信息的产生维护着元宇宙的信息生态；数字孪生则是一种以数字化方式创建物理实体的虚拟模型并模拟其在现实中的行为，通过多种技术手段为其增加或扩展新能力的技术，发挥连接现实空间和虚拟空间的桥梁和纽带作用^[22]。

2.3 特征分析

元宇宙具有三大区别于传统环境的特征：

①万物交互，用户能够借助多种形式的硬件访问数字世界，在元宇宙永续运作的综合环境下，万物互联互通，万象实时互动；②虚实融合，元宇宙通过经济系统、社交系统和身份系

统将虚拟与现实密切融合，使用户在真实与人工的三元世界中拥有同样的感知，能够在虚拟和现实中自由穿梭；③去中心化，区块链技术可以全程介入元宇宙中的数字资源的认证、确权、流通、交易、使用、变现和虚拟身份的认证，实现对数字资源和数字权益的智能化管理^[23]。元宇宙不受某一主体的控制，可以在没有第三方的背书下运行，每个用户都可以在其中开放地、协作地创造价值。

其中，元宇宙最显著的特征就是现实时空和虚拟时空的融合，如图 3 所示。目前，人类所能认知的宇宙是由时间和空间组成的，除了现实中的空间会融合到虚拟空间中，虚拟空间中的时间将不再对应现实空间中的时间，而会变得更加多样和多维。在现实时空中，物理世界、人类世界和信息世界构成了真实三元世界；在虚实时空中，各种数字技术构建了一个融合现实时空的人工三元世界^[24]。连接真实三元世界中的物联网、互联网、社会网都将在人工三元世界中得以体现与演化，从孪生到相生，再到融生。

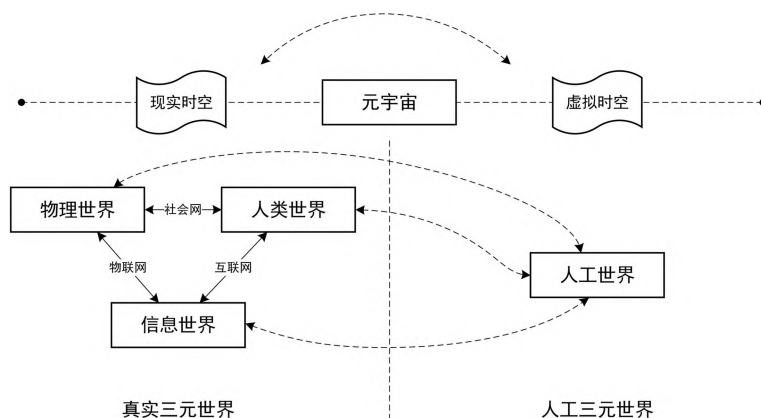


图 3 元宇宙的虚实融合三元世界架构

3 元宇宙视域下的信息与用户

当前，元宇宙尚处于萌发初期，其发展依赖于参与其中的用户与信息良好的互动，由此形成健康的信息生态，进而促进元宇宙的长期向好发展。本节将从元宇宙视域下的信息与用户两大主体出发，探讨二者互动的行为机制，以期对元宇宙用户信息行为形成更为深入的理解。

3.1 元宇宙中的信息

信息是元宇宙综合环境的核心资源，如图 4 所示，通过在三元世界中自由流动形成信息生态，促进虚拟与现实的融合。社会网、互联网、物联网是信息运动的主要媒介。

物理世界与人类世界通过社会网发生联系。人类社会中的行动者或独立实体，通过脑机接口和人机交互链接物理世界，并通过一系列关系连接形成社会网^[25]。人类从现实

世界中汲取客观信息，通过主观意识的加工转化成知识、智能，再将新的信息反馈到现实

世界，使信息在人与客观实体、人与人之间充分流动。

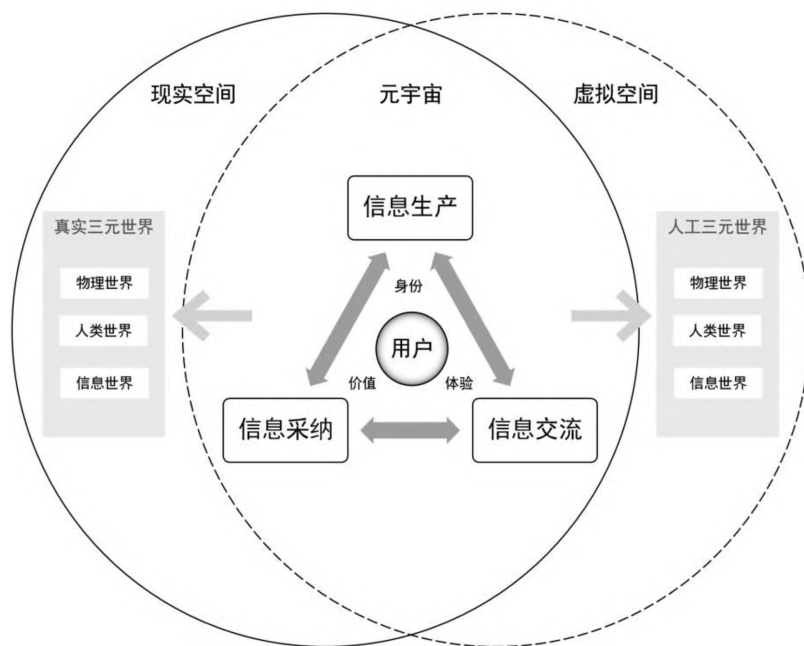


图4 元宇宙视域下的用户信息互动机制

人类世界与信息世界通过互联网相连通。互联网是世界上最大的计算机网络，提供了底层物理连接，结合网络和计算能力产生大量的优质内容，Von Krogh^[26]和 Argote 等人^[27]认为，移动互联网对知识的可用性，尤其是知识的创造、共享和获取的途径具有积极的影响，人们通过一系列信息行为在互联网上实现与全世界沟通，互联网使人与信息的互动变得密切频繁。

物理世界与信息世界的桥梁是物联网。物联网能够将万物与网络相连接，人、物体与环境通过信息传播媒介进行高效的信息交换和通信，是信息化在人类社会综合应用达到的更高境界^[28]，信息将在物理世界与信息世界之间实现自由流动，**促进三元世界的融会贯通。**

元宇宙中的信息主要有两种来源，一是现实空间的输入，即现实空间中的知识以及信息通过数字化方式在虚拟空间中展现；二是虚拟空间的产出，即虚拟空间中的物体所产生的信息。具体来讲，元宇宙主要包含三种信息产生形式，即专业生产（PGC）、专业生

产+用户生产（PUGC）、用户生产（UGC）。PGC由专业内容生产者通过平台生产内容，普通用户只是参与者，处于元宇宙边缘地位；PUGC由专业内容生产者与一般用户共同生产内容，用户从被动接受内容逐渐转化为主动生产内容；UGC则是平台提供“场所”，由于元宇宙环境高自由度、强互动性等特点，所有用户自由生产交易，具有去中心化特性，此时绝大多数用户占据生产主导地位。受限于用户使用工具技术的能力，元宇宙内容生产主要依靠人工智能辅助与纯人工智能创作，AI工具还将进入较长的发展阶段。在未来，随着信息技术的普及，将会极大地**降低内容创作门槛**，有效**提高UGC数量与质量**，为元宇宙注入新活力。

3.2 元宇宙中的用户

理解元宇宙中的用户信息行为，首先应当明晰用户的需求。其一，元宇宙中用户的数字身份具备一致性、代入感强等特点，用户渴望获得高度的数字身份认同感；其二，元宇宙具有庞大的内容生态，用户希望满足多种多样、定制化的信息需求；其三，元宇宙包罗

万象, 为用户提供了一个公平开放的创作平台, 使每一个灵感都可以被表达; 其四, 在数字经济系统中, 用户的数字权益将得到保障, 用户创造的数字资产应能够脱离平台束缚而自由流通; 其五, 沉浸式的交互体验是元宇宙对用户的根本吸引力, 游戏等强交互性的内容展示方式和 VR、AR、全息影像、脑机接口、各类传感器, 例如温度, 嗅觉, 体感等多种输入、输出的反馈设备将为用户的感官带来全方位的“连接”^[29]。

为了满足以上需求, 元宇宙中的用户主要进行四种体验: ①游戏, 是元宇宙搭建的数字社会的底层逻辑, 能够为用户提供更加沉浸、实时和多元的泛娱乐体验; ②社交, 形成高沉浸度社交体验和多样化社交场景, 同时数字身份能够扫清物理距离、社会地位等因素造成的社交障碍, 给予用户更强的代入感; ③内容, 除了游戏与社交体验, 元宇宙也为用户提供极致沉浸式的内容体验, 三种信息生产方式不断拓宽内容的边界, XR 技术的发展使内容的展现形式进一步升级, 在元宇宙中用户可以获得 VR 看剧、沉浸式线上剧本杀等优质体验; ④消费, 在元宇宙中, 更加自由的消费将成为常态, NFT 体系有望实现服务、劳动、创作、道具的资产化, 以及数字资产的流通交易。

用户的需求与体验在元宇宙中实现融合统一。虚拟空间中的生产与创作将为现实空间带来物质回馈, 真实的思想灵感也将借助信息的载体在虚拟与现实之间流动, 而用户的现实与数字虚拟身份将形成统一体, 其行为与人格在现实与虚拟空间中保持一致, 并在虚拟空间中得以进一步扩展和延伸。

4 元宇宙视域下的用户信息行为

4.1 元宇宙用户信息行为的定义

元宇宙中的用户属于现实空间, 拥有真实身份, 并可能在多个虚拟空间拥有不同的数字身份, 兼具现实空间和虚拟空间所赋予的行为特征。用户信息行为是指人类与信息源、信息媒介之间相关的一系列行为的总和, 包括主动和被动的信息搜寻以及信息利用^[30]。在元宇宙视域下, 用户以真实和数字

两种身份, 在现实和虚拟空间中, 与信息进行交互, 形成了一系列的社会和经济活动。其中, 比如虚拟社区、网络社区、网络游戏等环境中的用户信息行为, 与元宇宙环境下的用户信息行为拥有共同之处。网络用户的信息行为是指网络环境下的用户在其信息需求的支配下, 利用网络工具, 进行网络信息检索、选择、交流、发布等活动^[31]。本研究将元宇宙用户信息行为定义为元宇宙环境中用户与信息在虚实融合时空中交互所产生的一系列内在和外部行为。

4.2 元宇宙视域下的用户信息行为

元宇宙区别于传统环境的主要特征是万物交互、虚实融合、去中心化, 因此, 其中的用户信息行为也与虚拟社区、网络游戏等传统环境中的用户信息行为具有一定的共性与差异。已有研究总结出虚拟社区用户信息行为区别于传统信息行为和网络信息行为的特征, 包括行为种类集中、信息创建行为频繁、交流互动行为加强和信息加工行为削弱等^[32]。在元宇宙中, 人类将成为现实与虚拟的融合物种, 在人工世界中以数字化的方式自由地创建更加丰富多彩的人生与社会。不同于虚拟社区和网络游戏中的用户在搭建好并有专人维护的平台上与信息进行交互, 元宇宙用户是在具有高自由度的数字环境中产生信息行为, 在去中心化过程中形成全新的信息生态。

结合元宇宙视域的特征以及用户与信息交互的行为特点, 鉴于用户信息行为始于信息的生产, 经过采集和组织加工进入人的主观意识, 并在多种形式的传播交流过程中产生价值, 因此, 我们将从信息生产、信息采纳、信息交流三方面对元宇宙视域下的用户信息行为展开论述^[31], 其本质与特征如表 1 所示。

4.2.1 信息生产

信息生产的本质就是人脑创造的信息的复制^[33], 郭焜在《信息哲学: 理论, 体系, 方法》一书中指出, 人类的生产不可能是物质生产, 只能是信息生产^[34], 信息生产具有高度的主观能动性, 是人类思想向客观世界的投射, 人工智能等技术则使得信息生产的主体

从生命体向机器扩展。已有学者指出，用户生成内容对在线社区的发展和持续使用至关重要^[35]，而在元宇宙中，信息生产将具备更

高的自由度，人类和机器将高度协同互动，共同打造元宇宙信息生态。

表 1 元宇宙视域下三种典型的用户信息行为

行为	本质	特征
信息生产	用户用各种工具方法以及各种生产要素来生产信息的行为。	虚实融合自生产自由度高；数字生产速度和信息量陡增；三元世界信息表现更加复杂。
信息采纳	用户对信息从客观接收到主观接受进而运用转化的选择行为。	数字身份价值匹配更高；获取信息成本更低；更有效地满足数字世界个人需求。
信息交流	不同时间或空间上用户之间借助相应的符号系统进行的信息传递与交流的行为。	虚实融合信息传播更加多样化；数字用户非线性互动频率高；信息虚实产销一体化程度高。

元宇宙视域下的信息生产主要具有以下特点（如图 5 所示）：①虚实融合自生产自由度高。元宇宙区别于其他传统虚拟环境的重要特征是具有数字身份的用户的深度体验以及与现实空间的高度融合，从平台专业生产主导到用户高度自主生产主导的信息生产是元宇宙进化的必然过程。在虚拟游戏中，玩家可通过塑造化身形象进行表达，脑机接口可以实现玩家跨越游戏平台的预设动作，绕过人体的各种感官，直接利用意念实现对元宇宙中的游戏环境进行编辑；在社交平台上，用户通过数字身份可实时发布文字、图片、视频和语音动态。②数字生产速度和信息量陡增。高效的通信和算力是元宇宙实现低延时和高仿真的基础，用户产生的海量实时信息对元宇宙环境下的各种数字化的社会和经济活动起到极大的支撑作用。元宇宙中的原生信息将会大量增加，一方面得益于虚拟空间中信息的高度自主生产，另一方面也来源于人们的创意在虚拟空间中的无限可能实现，这同时也为数字信息资源的长期保存带来新的挑战。③三元世界信息表现更复杂。人类在三元世界中的一切活动均可在元宇宙中实现，信息来源于环境，也来源于创意，创意在元宇宙中得以无限延伸，能在社交平台上传播，能在虚拟游戏中传递，能在虚拟空间中呈现各种形式，用户在虚实融合的场景中被大量丰富的信息所浸润，无时无刻不与之交互。当然，在用户生成内容的过程中会存在越来越多的信息质量监管、知识产权保护等值得关注的问题。

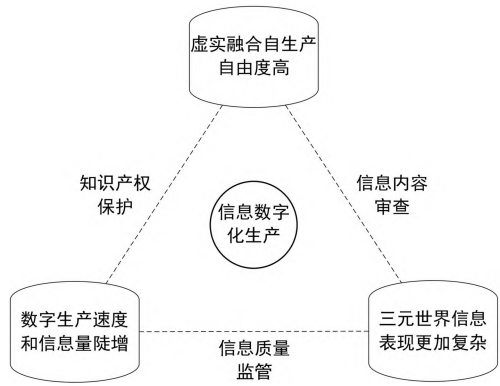


图 5 元宇宙视域下的信息生产

4.2.2 信息采纳

信息采纳是人们有目的地使用信息的过程，是用户在虚拟社区中寻求行为引导的主要行为之一^[36]；也有观点认为，上述定义未充分考虑用户的判断、选择和决策过程，信息采纳实际上连接且包含了信息寻求、检索、选择与吸收利用一系列过程^[37]。Davis 于 1989 年提出技术采纳模型^[38]，认为技术采纳受感知的有用性与易用性的因素影响。基于此，我们认为元宇宙中的信息采纳是用户在元宇宙环境影响与主观意识评判的共同作用下的选择行为。

元宇宙中，信息生产的高自由度、大体量与快速度、多样化形式给用户带来更多选择的同时，也带来了诸多挑战，如图 6 所示，用户的信息采纳倾向于以下三大特征^[37]：①数字身份价值匹配更高。由于元宇宙环境中信息内容的多样性、高时效性等特点，信息量爆炸式增长，用户可采纳信息的范围将更广、粒度

将更细。相比与自己的预期相差甚远的信息,具备数字身份的用户更倾向于采纳与原有数字身份以及真实身份相对应的态度和价值观相一致的内容。②获取信息成本更低。元宇宙复杂的社会系统拓宽了信息获取渠道,使得用户获取信息变得更便捷高效,用户对信息采纳的成本预期将更低,用户将使用更少的时间和精力获得相对契合的信息。③更有效地满足数字世界个人需求。元宇宙中信息的全面性、复杂性、时效性与信息的寻求、检索、采纳等成本之间的矛盾,将显著改变人们的信息采纳门槛,相比于投入巨大成本而获得较小提升,人们在数字世界中更愿意以较低的成本获取令自己基本满意的有效信息,即信息能满足个人需求即可。值得注意的是,元宇宙环境中同样会存在信息茧房、隐私泄露等现象。

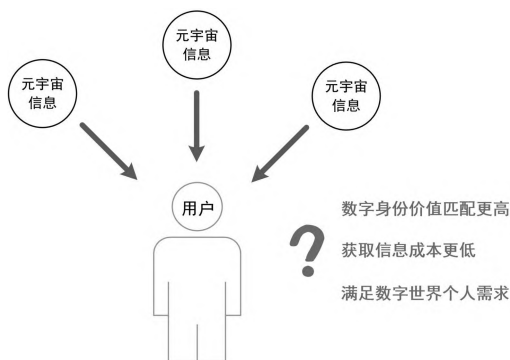


图6 元宇宙视域下的信息采纳

4.2.3 信息交流

信息交流是用户与信息互动的核心环节,用户通过信息交流与外界产生联系,信息在用户传播中呈现出自身价值^[39]。元宇宙时代中人类社会大面积覆盖5G/6G、云计算、边缘计算等新的基础设施,VR/AR/MR可穿戴设备等新的终端设备,脑机接口等新的内容应用。这使得在元宇宙这个足够逼真的“拟态空间”中,用户通过数字身份进行实时、具象化、沉浸式的社交活动,消除时间、空间障碍,进行信息传递,形成信息交流,产生协作、交易和独立的数字社会规则和经济系统。从文本交互,到语音交互,再到融合视觉、语音及语义技术的多模态数字人交互,用户对虚拟世界中进行信息交流的需求逐渐提高。具有同步性

和高拟真度的虚拟世界是元宇宙构成的基础条件,当人的感官全方位实现线上化时,元宇宙作为人类生活的全新空间将全方位地超越现实世界。

在信息交流领域,施拉姆创新性地引入反馈的概念,将反馈的过程与交流者的互动过程联系起来,把信息交流理解为一种循环往复、不断反馈的过程^[40]。由于元宇宙的虚实融合、多层次立体性联系,去中心化的自由结构、互动交流的实时性、信息流动的粘滞性等特点,信息交流在用户之间循环往复,螺旋迭代,级联扩散。施拉姆的“循环模式”能够对元宇宙视域下的信息交流进行较为有效刻画。如图7所示,元宇宙为信息交流提供了全新的虚实融合的外部环境,信息在发布者与接收者之间螺旋迭代,从一对一、一对多扩散到多对多的去中心化交流模式,从而显著提升了信息的效率与价值。具有如下特征:①虚实融合信息传播更加多样化。元宇宙超越了博客、电子邮件、网络游戏等互联网应用,为用户提供多种多样的虚实融合的信息交流方式,信息可在虚拟与现实空间中实现多种形式的传播,形成虚实融合的、多层次的联系。②数字用户非线性互动频率高。虚实融合场景中,用户可以更加自由地选择交互对象与信息传播范围,通过点对点传播建立连接虚实空间的一种去中心化的网状结构,进行更加广泛的非线性互动^[41]。③信息虚实产销一体化程度高。元宇宙中的用户在虚实融合的各种场景中进行大量的信息生产和信息消费,并且由于交流的高度实时性,用户发布信息能够获得即时反馈,从而在虚实空间中可以充分地与信息展开更多形式的交互。

5 元宇宙用户信息行为研究框架

元宇宙视域下的用户信息行为与在传统环境下具有一定的共性与差异,有待进一步深入探索。本节提出元宇宙用户信息行为研究框架,如图8所示。

5.1 元宇宙用户信息行为的理论基础

元宇宙虽然是一个全新的环境,但其中用户与信息的交互仍然建立在一定的原有理论基础之上,已有理论经过进一步优化调整,可

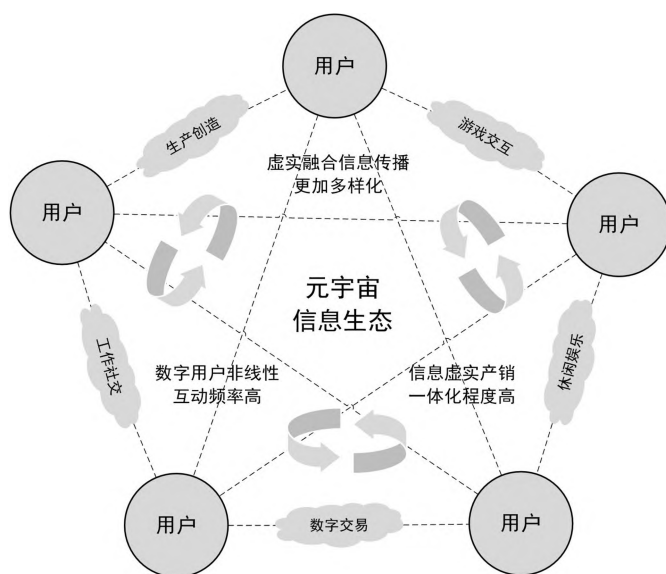


图7 元宇宙视域下的信息交流

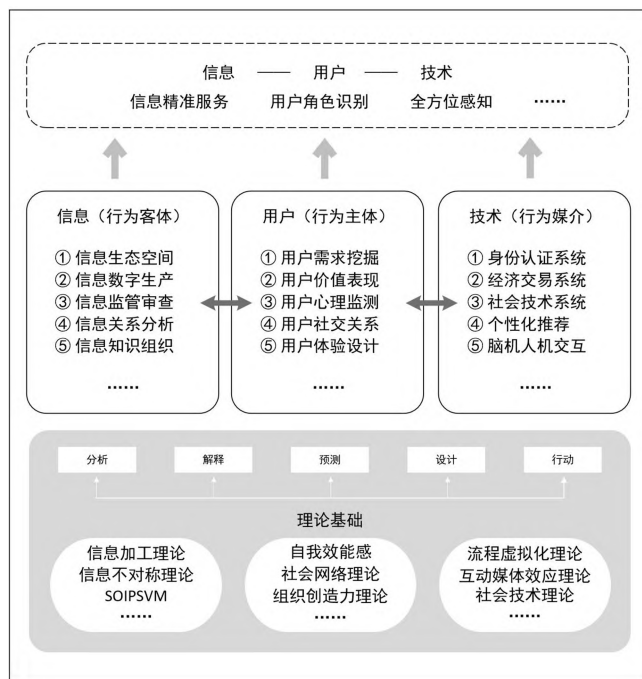


图8 元宇宙用户信息行为研究框架

以更有效地分析、解释、预测、设计、行动新环境下的用户信息行为^[42]。

从用户的角度来看，自我效能感是人们对于自身完成某项任务的能力的主观评估，为解释个体目标选择与行为方式提供了依据，通过对用户心理的剖析，能够更好地理解用户信息行为产生的内在原因。元宇宙用户并非独立的个体，而是具有社会属性的存在。社会网络理论以强弱联结理论、社会资本理

论、结构洞理论为三大核心^[43]，分别关注用户之间的强弱关系、主体的作用大小和主体之间的位置关系，该理论致力于研究人与人之间的关系，在元宇宙视域下有助于理解用户在虚实相融的社群中所形成的信息行为。1993年，Woodman等^[44]提出组织创造力理论，将其定义为“由个人在复杂的社会系统中合作创造有价值的、有用的新产品、服务、想法、程序或过程”。在元宇宙复杂系统中，

理解个体创造力受个人、情境、社会等因素影响，**有助于提升用户内容创造能力。**

从信息的角度来看，认知心理学家将人的认知过程视为对信息的加工过程，已有学者将信息加工理论应用于各种场景的研究^[45-49]，而通过对元宇宙中用户认知过程以及信息加工过程的深入探索，有助于进一步理解元宇宙用户如何注意、选择和接收信息，如何对元宇宙中的信息进行编码、内在化和组织，以及如何利用这些信息作出决策和指导自己的行为。信息不对称理论^[50]也是用户信息行为研究的基础理论之一，该理论认为，信息在交易双方的不对称分布对于市场的运行具有重要影响。在元宇宙视域下，信息不对称现象依然存在，如何规避由此引发的负面作用是元宇宙用户信息行为研究需要关注的问题。由于信息易于访问，隐私和安全问题普遍存在。Wall 等^[51]构建的选择性组织信息隐私和安全违规模型（SOIPSVM）提出，通过外部治理的隐私或安全规则可以应对组织压力或资源松弛的可能性。该理论可以为元宇宙中更好地保护用户隐私和数据信息安全

提供指导性意见。

从技术的角度来看，越来越多传统上通过物理机制进行的过程逐渐变得虚拟化。进程虚拟化理论解释了信息技术的发展如何支持新一代虚拟流程，明确了信息技术在过程虚拟化中的重要意义^[52]。这有助于增强元宇宙环境中用户在进行信息活动时对信息技术的信任感，加速用户接受新技术、适应新环境。互动媒体效应理论认为，除了信息的来源和内容之外，传播媒介的特征还会影响参与传播的个人参与和互动^[53]。互动是社交媒体用户信息行为的重要特性，这一特性在元宇宙万物交互的环境下将会进一步放大^[54]。用户通过视觉、触觉等感官感知信息技术的媒体属性，有助于增强用户在虚实融合空间中的沉浸感，从而更好地促进元宇宙中用户与信息的交互。社会技术理论指出，只有通过社会与技术系统同时优化，才能达到经济系统的最优化^[55]。支撑元宇宙社会系统进行健康运转的是底层技术基础，社会系统也需要适应技术系统，只有两者相互促进，才能实现元宇宙经济系统的最大效率化。

表 2 IS 理论在元宇宙环境下的应用要点

维度	IS 理论	理论要求	应用要点
用户	自我效能感	主观评估完成任务的能力	解释元宇宙中个体目标选择与行为方式
	社会网络理论	关注人与人之间的关系	解释用户在虚实相融的社群中的信息行为
	组织创造力理论	个人在复杂社会系统中创造有价值的过程	解释用户内容创造力受元宇宙中高度去中心化复杂环境影响
信息	信息加工理论	利用信息作出决策并指导自身行为	解释用户在虚实共生到虚实相融过程中的认知过程及其适应行为
	信息不对称理论	信息不对称严重影响市场运行	预测由虚拟时空和现实时空相互融合中信息不对称引起的负面问题
	选择性组织信息隐私和安全违规模型	在组织压力下的选择性违规行为	解释和预测保护用户隐私与数据安全规则
技术	进程虚拟理论	信息技术的发展为过程虚拟化提供强大支持	建立用户对元宇宙中各种新技术的心理信任感，设计应用技术
	互动媒体效果理论	传播媒介影响个人参与互动	通过增强用户在虚实融合空间中的沉浸感，设计各种互动技术
	社会技术理论	同步优化社会与技术系统，达到经济系统的最优化	实现元宇宙中的经济和社会系统的最大效率化

以上理论在现实空间和虚拟空间中已得到充分研究，而在虚拟与现实深度融合的元宇宙中，也可以一定程度上解释用户与信息互动的行为规律，如表 2 所示。但同时，由于用

户具有新的需求与体验、信息的特征与形态产生了新的变化、用户与信息交互的渠道发生了转变，这些理论也需要在不断改进中适应新的环境。

5.2 元宇宙用户信息行为的研究主题

总体来看,可以从用户、信息、技术三个维度研究元宇宙视域下的用户信息行为。

5.2.1 用户维度

用户是行为主体,体现的是人的思想意志,用户通过信息生产、信息采纳、信息交流等行为深度参与到元宇宙中,是元宇宙信息生态建设的重要一环。

(1) 用户需求挖掘。用户信息行为基于用户需求,而用户需求在不同群体中具有不同的体现。应当关注元宇宙视域下的“弱势群体”,已有研究表明,在全球信息革命和知识时代,信息资源与知识资源分布不均形成的数字鸿沟已在世界各国、城市与农村、不同社群之间形成^[56],而元宇宙由现实空间与虚拟空间融合形成,这种差距将更为显著。在此背景下,关注这一不平等现象背后的用户细分群体特征,有助于挖掘用户在元宇宙中的各类需求,进而更好地理解新行为的产生。

(2) 用户价值表现。元宇宙中的用户不仅有着各自的需求,同时也具有独一无二的价值,具体表现在具有特定的身份和角色等社会属性,以及在一系列交易活动中产生的经济价值。在用户从事经济和社会活动的过程中,需要一套具备身份认定、行为记录、价值评估等功能的价值系统提供支持。如何借助区块链技术和 NFT 体系在做好数字资源智能化管理的同时,建立健全的价值评价体系和构建价值的衍生利用框架,设置合理的用户激励机制,使用户的价值得以充分体现与利用,是用户信息行为研究应当着重关注的议题。

(3) 用户心理监测。从内部机制来看,通过对用户心理动机等方面的剖析来揭示行为的内在机理有益于理解用户信息行为。当今,社交媒体已深入寻常百姓家,已有学者关注到移动社交媒体带给用户的负面情绪^[57-58]。在元宇宙时代,用户信息行为远不止于社交需求,各种生活场景大规模向元宇宙迁移,用户期待更开放、更自主的体验。根据理性行为理论和计划行为理论^[59-60],用户的态度会通过影响其行为意向进一步影响其信息行为,对用户心理的动态监测是用户信息行为研究需要

密切关注的內容。

(4) 用户社交关系。结合外部环境来看,元宇宙中的用户并非孤立的个体,用户在社交过程中的信息行为同样值得研究。比如,考虑到元宇宙的虚拟属性,如何使用户之间产生信任则成为运营方需要考虑的问题。在物理世界中,信任是人际关系和组织运作蓬勃发展的基础,是衡量关系可靠性、稳定性的重要因素。得益于区块链技术的分布式账本和去中心化监督,元宇宙中所建立的共识机制可以部分解决信任问题,去中心化的机制能够更好地保障用户数字资产和虚拟身份的安全,在没有第三方背书下进行验证与交易。随着信任在“虚拟”领域中的增加,元宇宙的应用范围也将不断拓展。

(5) 用户体验设计。元宇宙对用户的最大吸引力在于沉浸式的体验,用户体验设计应当是用户信息行为研究的重要主题。例如,在消费场景下,直观而沉浸的购物环境能够增强用户对商品的认知,通过用户积极参与设计出的产品与功能更加符合用户的心理预期与实际需求,有助于促进用户与外界信息的交互。当前,已有学者总结出 70 种用户体验设计方法^[61],如何将 these 方法应用到元宇宙视域下,从而为提升元宇宙用户体验提供方法层面的指导,仍需进一步探索。

5.2.2 信息维度

信息是行为主体的作用对象,承载着元宇宙用户交流的一切内容。不同于传统环境中的信息,元宇宙信息具有更高的主动性,信息运动不仅是一种客观存在,也是具有一定规律的过程,更是虚拟与现实融合的动力、元宇宙维持与发展的基础。

从信息运动的视角来看,不同应用场景和发展阶段中信息具有不同的运动规律。在元宇宙发展初期,其功能主要以社交和娱乐为主,信息质量良莠不齐,此阶段的信息运动依赖于用户群体的兴趣特征和行为偏好,具有较高的不确定性和流动性,但大部分信息的传播力有限,在海量信息环境中会被快速淹没。在元宇宙发展中期,全真互联网开始赋能生活和产业,改变人们生活、工作与连接的方式,

使虚拟与现实的边界变得模糊,此时的应用场景包括工业互联网、电商、物联网、金融系统等,此阶段的信息真实性、有用性、时效性大大提高,信息的流向受到来自发布者或传播者的规范约束,有助于元宇宙秩序的维持。当元宇宙发展成为万物互联、虚即是实的数字宇宙之后,稳定持续运转的健康信息生态已然建立,信息将在各种应用场景中自由流转。

(1) 信息生态空间。元宇宙信息生态的建立有赖于信息资源的有效管理。伴随着社会经济发展逐渐从工业经济、服务经济向体验经济演化,个性化的信息服务需求日益迫切,元宇宙中的信息形态更为多样、信息服务更为丰富,传统的信息资源管理显然已难以适应个性化的需要,定制化的用户信息空间建立势在必行。当前,已有学者针对数字图书馆的用户信息空间展开研究^[62],也有学者构建了个性化信息空间模型^[63],在元宇宙视域下,如何将用户个体的信息空间与元宇宙信息生态结合,形成有序、有层次的统一体,是值得关注的研究主题之一。

(2) 信息数字生产。健康的信息生态有赖于真实可靠的信息内容。元宇宙视域下的三种信息生产形式奠定了内容基础,平台生产使信息产量有所保障,用户创作使人类的思想灵感融入其中。伴随着人工智能对人脑的模拟愈发成熟,数字社会的信息生产力与质量将会大幅提升,对大规模元宇宙信息的组织要求也将相应地有所提高。而当前的相关技术发展政策法律建设尚未达到要求,需要未来投入更多的研究以实现为用户提供更加优质的信息服务。

(3) 信息监管审查。在元宇宙视域下,信息的选择与评价成为用户获取优质信息的关键环节。一方面,依靠用户自觉和意见领袖的力量,能够一定程度地抑制劣质信息的传播;另一方面,平台应当建立严格规范的审查体系,充分借助人工智能等技术优势对信息进行有效筛选,以维持元宇宙信息生态的健康运转。与此同时,由于不当使用而出现的隐私泄露问题已引发用户的担忧,相比于互联网应用中存在的信息风险,元宇宙视域下的信息有

着更高的自由度和流动性,监管机制的建立对于有序运转的信息环境同样具有重要意义。2021年6月,《中华人民共和国数据安全法》作为我国首部数据安全方面的法律正式出台,我国网络法律法规体系得到进一步完善。在元宇宙来临之际,需要更加健全的制度保障来维护元宇宙信息生态的健康发展。

(4) 信息关系分析。元宇宙依托数字技术而构建,信息在产生伊始以二进制的形式存在;而后,数据转化为信息,在社会网、互联网和物联网中传播;当信息从客观世界向人的主观意识中转化,经人脑加工成为知识后,升华为人类智慧并产生更大的价值。以上过程的实现需要对信息转化关系的精准把握,当前,知识图谱作为一种挖掘、分析、构建、展示知识之间关联的研究方法^[64],已经得到广泛研究与应用,针对元宇宙的用户信息行为研究,需要形成相应的信息转化过程的研究体系。

(5) 信息知识组织。信息关系分析能够揭示信息在不同形态下的表现,而信息对于用户的价值体现则需要有效的组织管理。信息知识组织包括主观知识客观化和客观知识主观化两种类型^[65]。元宇宙的用户以数字身份参与其中,其主观知识在虚拟与现实空间流动,通过吸收与利用信息实现对客观知识的主观化,通过生产与加工信息实现主观知识的客观化,由此实现用户与信息在元宇宙中的深层次交互。而如何提升人机物交融下的信息知识组织的效率,促进用户对知识的吸收以及信息的增值,是值得关注的研究内容。

5.2.3 技术维度

欲真正理解元宇宙,需要引入技术视角。从技术维度来看,元宇宙包括身份认证系统、经济交易系统、社会技术系统、个性化推荐系统,最终将跨越虚拟与现实的分界线,形成继PC时代、移动互联网时代之后的全息平台时代。

(1) 身份认证系统。身份认证是用户进行信息活动的基本保障,区块链具备去中心化、不可篡改性、可追溯等特点。信息通过共识机制被认定,区块链会生成节点记载相关

信息,不允许被篡改,且具有唯一性,于是能够实现元宇宙的身份认证,保障用户身份数据的完整性和可信任性,形成与用户身份唯一映射的数字虚拟化身。身份认证的实现能够保障用户在虚拟与现实空间中得到统一,是元宇宙用户与信息交互的必要基础。

(2) 经济交易系统。经济交易系统是用户参与元宇宙的核心,区块链技术通过智能合约、去中心化的清结算平台和价值传递机制,保障价值归属与流转,实现经济系统运行的稳定、高效、透明和确定性。基于区块链的经济系统赋予元宇宙用户识别、确认和交易虚拟资产的能力,其去中心化和去信任化的特点既可以使用户的虚拟权益得到保障、用户创造的数字资产能够在虚拟世界中流通,进而维护其产权与利益,保证元宇宙经济系统的可持续运转^[65],还可以补偿到现实世界,形成虚拟世界和现实世界互通的闭环经济系统^[23]。此外,公平、透明、高效的经济体系也有利于提高元宇宙用户的大规模协作效率。

(3) 社会技术系统。元宇宙作为虚实结合的数字社会,不仅需要强有力的数字技术基础,还需要结合社会组织相关理论理解其中的用户信息行为。一方面,用户的一切活动都依赖于将虚拟与现实相连通的技术系统;另一方面,用户在游戏社交、工作生活等场景下所具有的需求与行为表现与其所处环境密不可分,应当结合其社会属性对用户信息行为进行理解和解释。元宇宙是一个自组织、自适应、不断演化的复杂系统,在人类正式迈入元宇宙时代之前,可通过社会仿真模拟来防患于未然,以对未知世界的用户信息行为形成一定认知和把握^[65]。其一,元宇宙综合环境难以用还原法分解,须借助整体论的视角来展开研究;其二,若当人类真正在元宇宙生产生活后,才发现该系统所隐藏的纰漏,将会付出巨大的经济和社会成本;其三,人类应当对诸多的法律与伦理道德问题进行预防,以保证元宇宙的健康有序运转。

(4) 个性化推荐。推荐系统实质上是一种信息过滤系统,主要解决信息过载的问题,它可以为用户提供增强的、定制的信息^[66]。

元宇宙中庞大的信息体量与丰富的内容形式是前所未有的,因此,元宇宙需要精准的个性化推荐系统,针对用户对信息的需求与偏好提供定制化信息服务,满足用户低成本获取信息的需求,以最小的代价获得最大的收益,从而提高用户与信息交互的效率,进而提升用户的满意度。

(5) 脑机人机交互。用户所期待的沉浸感与开放性是元宇宙技术需要突破的难关。其一,为实现高度沉浸的内容互动,扩展现实技术是高画质、真体验的基本保障,而当前的VR、AR等技术还难以达到虚实融合的要求^[65];其二,为增强开放性,需要尽可能降低创作门槛、扩大内容社区覆盖面,脑机接口等技术的发展与人工智能内容创作的融入,将为用户带来“所想即所得”的便利以及更多元的内容体验。然而,沉浸感与开放性在技术上并不一定相辅相成,更广泛的用户参与通常意味着工业标准的降低,如何实现二者互促互进值得思考。

5.2.4 信息—技术—用户整体维度

尽管当前信息技术的发展已预示着元宇宙时代的来临,元宇宙的“类乌托邦”理想虚实融生的状态,在三维虚拟世界的界面基础之上,加上数字孪生、区块链、人工智能、物联网等信息技术基础设施,逐步实现了在数字世界里复刻现实世界的多维度场景以及跨时空无缝穿越。当前,元宇宙视域下的用户信息行为研究仍在探索中,从用户、信息、技术统一和整体来看,用户信息行为均与传统环境下具有显著差异,有着广阔的研究空间。

(1) 用户角色识别。由于人以数字身份存在于元宇宙,用户对于身份认同感和与角色代入感具有超越任何传统环境的强烈需求。数字孪生技术能够为用户创造和现实本体相同的数字化身;区块链技术为用户的数字身份提供安全加密保障;基于人工智能的数字身份认证和角色识别,使得数字化身可以实现在脱离现实主体操作下的“智能自主行为”。元宇宙视域下的用户行为在虚拟世界里以地理位置为基准和其真实世界场景精准对应,不仅有助于把握用户需求以提升用户体验,也可对

监控和管理虚拟和现实空间中的用户信息行为提供技术支持。

(2) 信息精准服务。由于元宇宙环境下信息生产力与传播力的极大提升,用户与信息接触已十分容易,而如何准确把握用户的需求与兴趣偏好以实现信息服务的精准投放成为新的难题。在传统环境下,已有用户画像等研究方法为信息定制化服务提供了解决方案;在元宇宙视域下,面对更庞大和多元的信息,需要为用户个人信息空间与元宇宙信息生态的平衡提供更有有效的解决方案。

(3) 全方位感知。用户通过 VR/AR 连

接进入元宇宙,其现实的五感(视觉、听觉、触觉、味觉、感觉)将被逐渐数字化,数据模态不断涌现,信息维度逐步增加,在这个可以感受到情感和身体存在的空间,触觉和动作捕捉技术将提升至全新的水平,以达到对存在和周围环境平滑理解的级别,然而,如今此类技术只能提供视觉、听觉信息以及非常有限的触觉信息。打通用户的全方位感官能够极大提升用户与信息交互感,进而为促进用户信息行为带来技术层面的突破。

元宇宙环境下各个维度以及各个研究主题的特征总结如表 3 所示。

表 3 元宇宙环境下研究主题特征总结

研究维度	元宇宙环境
用户	挖掘元宇宙下不同类型用户需求;建立以数字身份为基础的价值评价系统;监测元宇宙中用户的心理动机;增强虚实融合环境中用户社交过程中信任关系;提升用户虚实相融的全方位体验感。
信息	建立元宇宙下更加有序的信息生态空间;提升数字社会信息生产力与质量;建立元宇宙信息监管机制;解析虚实融合的万物互联中信息转化过程;提升虚实融合环境中的信息知识组织效率。
技术	区块链技术认证用户身份、维护虚拟权益;社会仿真模拟技术保证元宇宙复杂系统的健康有序运转;个性化推荐技术针对用户提供定制化信息服务;XR、脑机接口技术提升用户沉浸感。
信息-技术-用户	从信息、技术与用户整体角度,实现元宇宙用户角色精准定位;结合各种数字技术,实现各种服务信息的精准投放;增强用户虚实交互感,实现全方位感知。

6 研究展望

数字技术的发展预示着元宇宙时代的来临,元宇宙万物交互、虚实融生、去中心化三大特性为用户与信息的交互带来了全新的体验与更多的可能性,推动着虚实空间的加速融合。元宇宙具有如下三大发展方向,对应的元宇宙用户信息行为也将随之动态变化,对相关研究不断提出新挑战。

其一,数据融合化。数据是驱动元宇宙发展引擎的燃料,虚实融合的实现需要数据的互通联结。在数据融合化的背景下,社会网将成为用户行为的依托,互联网则是信息流动的通道,物联网则是用户的感官。一方面,基于分布式计算、高性能计算、云计算、雾计算、图计算、智能计算、边缘计算、量子计算等“算力”体系,数据分析处理能力将进一步提升,并得到充分挖掘并加工转化为智慧,信息赋能用户将得到实现;另一方面,多种类型的信息交融取代了简单图像和场景的叠加,互

动感的增强将使用户的体验感极大提升,从而对信息的感知与利用能力随之增强。

其二,领域协同化。目前,元宇宙仍停留在游戏、社交领域,但其应用范围远不仅限于此。从本质上来看,元宇宙应用智能制造领域的“数字孪生”技术,将其在现实世界智能工业中的应用^[67]推广至人类社会的社交与生活场景,用人类社会的秩序和规则代替工业业务逻辑和知识,构建了一套全新的系统和环境。在未来,元宇宙的概念将在建筑工程、产品制造、影视游戏、学术科研等各大领域普及与应用。针对细分用户群体的有效识别及其与信息交互的行为规律的挖掘总结,是用户信息行为研究在领域协同化的趋势下的必要关注点。

其三,虚实一体化。未来的元宇宙是一个全渗透、全时空存在的环境式流量生态/互联网形态,成为超越现实世界的数字映射。元宇宙视域下数字世界具象到以空间位置和

时间序列的基础单位,每个数字单元的创造和传播涵盖更丰富的信息和效率;加之脑机交互,大脑和数字世界进行即时双向信息交互使用户的认知行为将发生重大改变^[68]。用户通过延展认知,不再将认知活动局限在“头脑内”,而是延展到体外的数字世界^[69]。用户与机器已融为一体,彼此的界限将进一步模糊。用户将无时无刻不在虚实相融的环境中生产和生活。

总而言之,元宇宙将会成为具有数据融合

化、领域协同化以及虚实一体化特征的数字社会,其中的用户不仅具有独一无二的身份,也具有各种场景下的行为能力;元宇宙不仅能够复刻真实世界里的场景和社交,也能将数字创作在真实世界里实体制造出来,理论上形成了“互为映射”的关系模型;元宇宙不仅拥有超越互联网时代的物品与财产所有权、社会关系以及极度沉浸式的感知与体验,还将产生全新的用户信息互动机制。

参考文献

- [1] Choi H, Kim S. A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions—Centering on the combination of beacons and HMDs[J]. International Journal of Information Management, 2017, 37(1): 1519-1527.
- [2] Ko E, Jang J. The virtual device managing module of the Metaverse assisted living support system[C//OL]//Proceedings of the International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV), The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2014. Urbandale: CSREA Press, 2015. [2021-10-18]. <http://worldcomp-proceedings.com/proc/2014/MSV1083.pdf>.
- [3] Bourlakis M, Papagiannidis S, Li F. Retail spatial evolution: Paving the way from traditional to metaverse retailing[J]. Electronic Commerce Research, 2009, 9(1): 135-148.
- [4] Jaynes C, Seales W B, Calvert K, et al. The Metaverse: A networked collection of inexpensive, self-configuring, immersive environments[C//Proceedings of the workshop on Virtual environments 2003. New York: Association for Computing Machinery, 2003: 115-124.
- [5] Duan H, Li J, Fan S, et al. Metaverse for social good: A university campus prototype[C//Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia, October 20-24, Virtual event. New York: Association for Computing Machinery, 2021: 153-161.
- [6] Dionisio J D N, Burns W G, Gilbert R. 3D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities[J]. ACM Computing Surveys, 2013, 45(3): 1-38.
- [7] Kanematsu H, Fukumura Y, Barry D M, et al. Multilingual discussion in metaverse among students from the USA, Korea and Japan[C//International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, KES 2010. Berlin: Springer, 2010: 200-209.
- [8] Ondrejka C. Escaping the gilded cage: User created content and building the metaverse[J]. New York Law School Law Review, 2004, 49: 81.
- [9] Marmaridis I, Griffith S. Metaverse services: Extensible learning with mediated teleporting into 3D environments[C//International United Information Systems Conference, UNISCON 2009. Berlin: Springer, 2009: 229-239.
- [10] Collins C. Looking to the future: Higher education in the Metaverse[J]. Educause Review, 2008, 43(5): 51-63.
- [11] Chávez-Aguayo M. Democratization of creativity and cultural production in virtual worlds: A new challenge for regulation and cultural management[C//Proceedings of the European Conference on Games-based Learning 2009. Portuguese: University of Tras-os-Montes and Alto Douro, 2009: 103-109.
- [12] Ball M. The Metaverse: What it is, where to find it, who will build it, and fortnite[J/OL]. [2021-10-18]. <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse>.
- [13] 唐隆基. 新的数字冲击波: 元宇宙正在来临 从元宇宙看未来智能制造和供应链[R]. 上海: 罗戈研究, 2021.
- [14] Smart J, Cascio J, Paffendorf J. Metaverse roadmap overview[R]. Los Angeles: Creative Commons Attribution-Non-commercial-Share Alike 3.0 License, 2007.
- [15] 王儒西, 向安玲. 2020-2021年元宇宙发展研究报告[R]. 北京: 清华大学新媒体研究中心, 2021.

- [16] 王飞跃. 人工社会、计算实验、平行系统——关于复杂社会经济系统计算研究的讨论[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2004(4): 25-35.
- [17] Zhang J. Innovative application of virtual display technique in virtual museum[C//IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 231, 2017, Singapore. Bristol: IOP Publishing, 2017: 012043. [2021-10-18]. doi: 10.1088/1757-899x/231/012043.
- [18] Matsubara M, Oguchi M. Evaluation of metaverse server in a widely-distributed environment[C// OTM Confederal International Conferences, 2010. Berlin: Springer, 2010: 307-316.
- [19] Babou C S M, Fall D, Kashiara S, et al. Home edge computing (HEC): Design of a new edge computing technology for achieving ultra-low latency[C//International Conference on Edge Computing, 2018. Berlin: Springer, 2018: 3-17.
- [20] 张铭丽. 数字图书馆数字资源版权区块链管理研究——以中国国家数字图书馆数字资源版权区块链管理实践为例[J]. 图书馆工作与研究, 2021(8): 31-39.
- [21] Zheng Y, Li Y, Wang Z, et al. Blockchain-based privacy protection unified identity authentication[C// 2019 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), 2019. Piscataway: IEEE, 2019: 42-49.
- [22] Fei T, Jiangfeng C, Qinglin Q, et al. Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2018, 94(9-12): 3563-3576.
- [23] 向安玲, 高爽, 彭影彤, 等. 知识重组与场景再构: 面向数字资源管理的元宇宙[J/OL]. 图书情报知识: 2021. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1085.G2.20211119.1637.002.html>.
- [24] 司马贺. 人工科学[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2004.
- [25] 张辉华. 个体情绪智力与任务绩效: 社会网络的视角[J]. 心理学报, 2014, 46(11): 1691-1703.
- [26] Von Krogh G. How does social software change knowledge management? Toward a strategic research agenda[J]. Journal of Strategic Information Systems, 2012, 21(4): 154-164.
- [27] Argote L, McEvily B, Reagans R. Managing knowledge in organizations: An integrative framework and review of e-emerging themes[J]. Management Science, 2003, 49(4): 571-582.
- [28] 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
- [29] 喻国明. 未来媒介的进化逻辑: “人的连接”的迭代、重组与升维——从“场景时代”到“元宇宙”再到“心世界”的未来[J]. 新闻界, 2021(10): 54-60.
- [30] Wilson T D. Human information behavior[J]. Informing Science, 2000, 3(2): 49-56.
- [31] 邓小咏, 李晓红. 网络环境下的用户信息行为探析[J]. 情报科学, 2008, 26(12): 1810-1813.
- [32] 王晓斌. 虚拟社区用户信息行为研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2013.
- [33] 陈雅, 郑建明. 论网络信息生产[J]. 中国图书馆学报, 2002(3): 28-30, 34.
- [34] 郭焜. 信息哲学: 理论, 体系, 方法[M]. 北京: 商务印书馆, 2005.
- [35] 谢佳琳, 张晋朝. 用户在线生成内容意愿影响因素研究[J]. 信息资源管理学报, 2014, 4(1): 69-77.
- [36] Cheung C M K, Lee M K O, Rabjohn N. The impact of electronic word-of-mouth - The adoption of online opinions in online customer communities[J]. Internet Research, 2008, 18(3): 229-247.
- [37] 宋雪雁. 用户信息采纳行为模型构建及应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [38] Davis F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. MIS Quarterly, 1989, 13(3): 319-340.
- [39] 邓仲华, 李志芳. 云计算对信息交流的影响研究[J]. 信息资源管理学报, 2013, 3(3): 15-21.
- [40] Tunstall J, Schramm W, Roberts D F. The process and effects of mass communication[J]. Journal of Aesthetic Education, 1955, 8(1): 122.
- [41] 周勇. 传统媒体借力社交网站人际传播路径下的大众传播新模式[J]. 新闻与写作, 2009(10): 34-36.
- [42] Gregor S. The nature of theory in information systems[J]. MIS Quarterly, 2006, 30(3): 611-642.
- [43] 王夏洁, 刘红丽. 基于社会网络理论的知识链分析[J]. 情报杂志, 2007(2): 18-21.
- [44] Woodman R W, Sawyer J E, Griffin R W. Toward a theory of organizational creativity[J]. Academy of Management Review, 1993. 18(2): 293-321.
- [45] Anandarajan M, Arinze B. Matching client/server processing architectures with information processing requirements: A contingency study[J]. Information & Management, 1998, 34(5): 265-274.

- [46] Francalanci C, Galal H. Information technology and worker composition[J]. MIS Quarterly, 1998, 22(2): 227-241.
- [47] Bolon DS. Information processing theory: Implications for health care organisations[J]. International Journal of Technology Management, 1998, 15(5): 211-221.
- [48] Premkumar G, Ramamurthy K, Saunders C S. Information processing view of organizations: An exploratory examination of fit in the context of interorganizational relationships[J]. Journal of Management Information Systems, 2005, 22(1): 257-294.
- [49] Akerlof G A. The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism[J]. Quarterly Journal of Economics, 1978, 235: 236-251.
- [50] Wall J D, Lowry P B, Barlow J B. Organizational violations of externally governed privacy and security rules: Explaining and predicting selective violations under conditions of strain and excess[J]. Journal of the Association for Information Systems, 2016, 17(1): 39-76.
- [51] Overby E. Process virtualization theory and the impact of information technology[J]. Organization Science, 2008, 19(2): 277-291.
- [52] Sundar S S, Jia H, Waddell T F, et al. Toward a theory of interactive media effects (TIME)[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.
- [53] 李月琳, 章小童. 数据驱动的信息行为研究的回顾与展望[J]. 信息资源管理学报, 2018, 8(2): 13-27.
- [54] Land F. Evaluation in a socio-technical context, in organizational and social perspectives on information technology [M]. Berlin: Springer, 2000: 115-126.
- [55] 柯惠新, 王锡苓. 亚太五国/地区数字鸿沟及其影响因素分析[J]. 现代传播, 2005(4): 88-94.
- [56] Przybylski A K, Murayama K, DeHaan C R, et al. Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out[J]. Computers in human behavior, 2013, 29(4): 1841-1848.
- [57] 刘鲁川, 李旭, 张冰倩. 社交媒体用户的负面情绪与消极使用行为研究评述[J]. 情报杂志, 2018, 37(1): 105-121.
- [58] 刘鲁川, 张冰倩, 李旭. 社交媒体信息过载、功能过载与用户焦虑情绪的关系: 一项实验研究[J]. 信息资源管理学报, 2019, 9(2): 66-76.
- [59] Hill R. Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research by Martin Fishbein; Icek Ajzen [J]. Contemporary Sociology, 1977, 6(2): 244-245.
- [60] Ajzen I. From intentions to actions: A theory of planned behavior[A]//Kuhl J, Beckmann J. Action control. Berlin: Springer, 1985: 11-39.
- [61] 胡飞, 冯梓昱, 刘典财, 等. 用户体验设计再研究: 从概念到方法[J]. 包装工程, 2020, 41(16): 51-63.
- [62] 黄如花. 数字图书馆用户信息空间的建立[J]. 上海交通大学学报, 2003(S1): 126-130.
- [63] 杨之音, 张立娜. 基于个性化服务的信息资源组织方式——用户信息空间模型构建[J]. 现代情报, 2006(9): 31-34.
- [64] 秦长江, 侯汉清. 知识图谱——信息管理与知识管理的新领域[J]. 大学图书馆学报, 2009, 27(1): 30-37.
- [65] 蒋永福. 图书馆与知识组织——从知识组织的角度理解图书馆学[J]. 中国图书馆学报, 1999(5): 19-23.
- [66] 李治, 孙锐. 社会互动对推荐系统用户感知及信息采纳的影响研究[J]. 情报学报, 2019, 38(11): 1138-1149.
- [67] 刘大同, 郭凯, 王本宽, 等. 数字孪生技术综述与展望[J]. 仪器仪表学报, 2018, 39(11): 1-10.
- [68] 易显飞, 王广赞. 论延展认知技术及其风险[J]. 科学技术哲学研究, 2020, 37(1): 57-61.
- [69] 肖峰. 作为哲学范畴的延展实践[J]. 中国社会科学, 2017(12): 31-51.

(收稿日期: 2021-11-05)