

元宇宙下的平行交通系统

缪青海¹, 吕宜生^{1,2}

(1. 中国科学院大学人工智能学院, 北京 100049; 2. 中国科学院自动化研究所, 北京 100190)

摘要: 随着元宇宙概念关注度的持续攀升, 元宇宙将如何影响交通系统的发展也成为热点话题。首先介绍了元宇宙概念的起源、现状, 展望了元宇宙发展的孵化期、发育期和成熟期, 探讨了元宇宙带来的潜在问题。结合马斯洛需要层次论, 分析指出元宇宙将逐步影响城市出行需求, 进入成熟期后将给交通出行带来深度变革。引导元宇宙健康发展, 有效服务社会出行, 平行智能方法将起到关键作用。平行交通系统的实施将在交通规划、精准控制、精细服务、应急管理等方面发挥作用。

关键词: 平行交通系统; 智能交通系统; 元宇宙; 平行系统; 数字孪生

中图分类号: U292.16

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-6652.202302

Parallel transportation systems in era of metaverse

MIAO Qinghai¹, LYU Yisheng^{1,2}

1. School of Artificial Intelligence, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

2. Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract: As the metaverse receives more and more attention, how the metaverse will affect the development of the transportation system has also become a hot topic. The origin and current status of the metaverse were introduced, the incubation period, development period and maturity period of the future development of the metaverse were prospected, and the potential problems brought about by the metaverse were also discussed. Combined with the need theory of Maslow, it was analyzed and pointed out that the metaverse would gradually affect urban travel demands, and would bring about profound changes in traffic after entering the mature period. The parallel intelligence methods would play an essential role in guiding the healthy development of the metaverse and effectively serving social travel. The implementation of the parallel transportation system would play a key role in traffic planning, precise control, fine service, emergency management, etc.

Key words: parallel transportation system, intelligent transportation system, metaverse, parallel system, digital twins

0 引言

元宇宙 (metaverse) 无可争议地成为 2021 年社交媒体广泛关注的科技焦点。元宇宙的定义虽

然尚未清晰, 却已然对社会各个行业形成理念上的冲击, 被广泛认为是人类未来的数字化生存方式, 将对重塑全球数字经济体系产生实质而深远的影响。元宇宙具有广泛参与性、开放性、交互

收稿日期: 2022-12-09; 修回日期: 2022-12-15

通信作者: 吕宜生, yisheng.lv@ia.ac.cn

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No.U1811463, No.62271485); 复杂系统管理与控制国家重点实验室开放基金资助项目 (No.20220117)

Foundation Items: The National Natural Science Foundation of China (No.U1811463, No.62271485), The Open Project of the State Key Laboratory of Management and Control for Complex Systems (No.20220117)

性等特点，而这些特点与交通系统有着很大的相似性，因此，本文尝试从交通系统的角度，探讨、展望元宇宙对未来交通系统的发展带来的影响，主要观点如下。

- 元宇宙长期发展必将带来社会交通出行的深刻变革。
- 分析元宇宙对交通发展的影响，社会人口的需求层次是重要参考因素。
- 元宇宙的发展需要做好引导，基于平行系统的管理、控制、引导不可缺少。
- 平行交通系统将在交通规划、控制、服务、应急等方面发挥优势作用。
- 基于元宇宙的平行交通将降低交通出行碳排放量，助力实现“双碳”目标。

1 元宇宙的兴起

2021年3月，罗布乐思（Roblox）游戏平台在纽约证券交易所挂牌，上市首日就突破了400亿美元市值，相比一年前的估值高出10倍，创造了“元宇宙第一股”的传奇。此后，脸书（Facebook）融合自身在社交和虚拟现实（virtual reality, VR）领域的优势，加力推进元宇宙业务，并将企业名称改为“Meta”。另一个IT巨头英伟达（NVIDIA）则凭借其图形计算硬件设施领域的垄断性优势，推出Omniverse元宇宙软件开发系统，全面助推元宇宙概念的火热。除了科技巨头，证券行业、风投企业，甚至政府部门等都对元宇宙关注有加，全球社会迅速形成元宇宙热潮^[1-2]。但同时，也有行业领域的专家质疑元宇宙是过度炒作概念。本节通过介绍元宇宙的起源、技术现状和发展潜力，力求对元宇宙进行客观辩证地介绍。

1.1 元宇宙的起源与发展

绝大多数媒体报道将“元宇宙”一词的诞生

溯源至1992年的科幻小说《雪崩》^[3]。美国著名科幻大师尼尔·斯蒂芬森在他的这部作品中，将元宇宙描述为“由计算机模拟、与真实世界平行的虚拟空间”。此后，一系列以元宇宙为主题的科幻作品受到人们的广泛关注。例如，2018年由史蒂文·斯皮尔伯格执导的科幻电影《头号玩家》则更深入地展示了元宇宙的形态：人类除了吃饭、睡觉和上厕所，其他所有现实世界的活动均可在平行的虚拟空间完成。这些科幻作品开启了元宇宙的思想篇章。

在人们对元宇宙的探索过程中，当前风生水起的Roblox并不是对元宇宙的首次尝试。虽然当前极少被提及，但2003年由林登实验室推出的“第二人生”（Second Life）的兴衰是绕不开的话题，也是人们了解和发展元宇宙的重要参考。Second Life是一个虚拟世界游戏，具有元宇宙的很多特性，如虚拟角色、在线社交、三维沉浸等。Second Life也同Roblox一样是“用户创建内容”（user generated content, UGC）的模式，在虚拟世界中，用户可以自主创建虚拟物品和虚拟空间，如图1所示，学术群体创建了虚拟的电气与电子工程师协会（institute of electrical and electronic engineers, IEEE），中国的参与者创建了具有中国特色的虚拟社区。办公、教育、医疗等领域也出现了众多基于Second Life的创新^[4]。在2007年顶峰时期，Second Life用户超过了100万，被认为是互联网的未来。然而繁荣没有持续，在新一代互联网巨头兴起之时，Second Life不再是被关注的焦点，虽然并没有彻底失败，至今仍有超过60万的“居民”，但其最终被推特（Twitter）、Facebook等新的社交平台挤出了主流舞台^[5]。创始人Philip Rosedale将Second Life的暗淡归结于“鼠标和键盘相关的不可缓解的困难”造成的用户沟通和内容建造等困难。对此，Philip Ro-

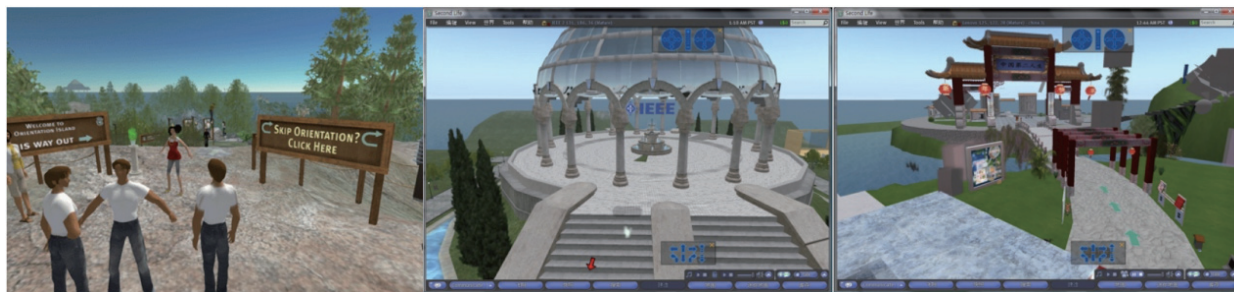


图1 Second Life 界面示例（社交场景、虚拟 IEEE、虚拟中国社区）

sedale 又创建了新的公司, 研究被称为元宇宙“第一入口”的沉浸式 VR 技术。除此之外, Second Life 没有达到预期的原因是多维的。有基础设施能力不足的原因, 当时的网络基础设施、3D 渲染技术等远不及今天, 导致用户体验较差; 有虚拟社会秩序缺失的原因, 因为缺乏监管, 虚拟空间充斥黄色与暴力, 虚拟货币超发引起大幅贬值; 但其根本原因在于没有满足更多的用户需求, 不能持续吸引更多的用户群体。

罗布乐思 (Roblox) 作为一款在线创作游戏, 通过 UGC 模式带给用户新一代的虚拟内容创造体验, 被视为当前最能体现元宇宙概念的游戏应用。但以目前 Roblox 在虚拟和现实世界的连接融合方面, 并没有比 Second Life 更接近元宇宙的核心概念。同 Second Life 一样, Roblox 用户人群分布也存在局限, BBC 也撰文指出扎克伯格的元宇宙需要吸取 Second Life 的教训。然而, Roblox 架构在 5G 等新一代互联网基础设施之上, 辅助以 Oculus 等 VR/AR 终端设备, 有区块链、基于 AI 的内容推送等技术的加持, 以及用户年龄小具有潜在发展优势等, 相对 Second Life, Roblox 有更好的发展前景。Roblox 用户分布如图 2 所示。

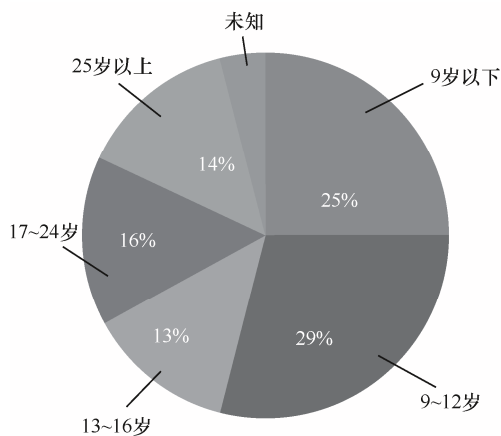


图2 Roblox 用户分布

1.2 技术发展现状

虽然元宇宙的定义仍在不断发展变化, 但 Roblox 的招股说明书中列出的元宇宙的八大特征成为普遍共识^[1]: 身份 (identity)、朋友 (friend)、沉浸感 (immersive)、低时延 (low friction)、随地 (anywhere)、多样性 (variety)、经济 (economy)、文明 (civility)。

同时, 人们也总结出元宇宙的 6 项核心支撑技术^[2], 即广为人知的大蚂蚁 (BIGANT) 技术体系。

B: 区块链技术 (blockchain)。去中心化的交易所、分布式存储等区块链技术是支撑元宇宙经济体的重要技术。

I: 交互技术 (interactivity)。不断深化感知交互, 为元宇宙用户提供沉浸式虚拟现实体验阶梯。

G: 游戏技术 (game)。元宇宙最直观的呈现方式, 不仅可以为元宇宙提供创作平台, 还可以实现交互内容和社交场景并实现流量聚合。

A: 人工智能技术 (artificial intelligence)。为元宇宙提供大量的应用场景技术。

N: 网络及运算技术 (network)。通信网络和云计算的成熟, 必将为元宇宙打下最坚实的网络基础。

T: 物联网技术 (internet of things)。为元宇宙的万物互联及虚实共生提供可靠的技术保障。

元宇宙八大特征与 6 项核心支撑技术对应关系如图 3 所示。

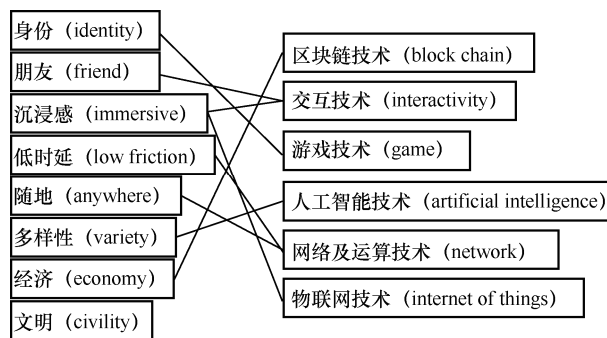


图3 元宇宙八大特征与 6 项核心支撑技术对应关系

元宇宙的共性特征需要核心技术体系的支撑, 但分析后可发现 BIGANT 6 项核心支撑技术并不能支撑全部的八大特征: 以 VR 眼镜、头盔为代表的交互技术并未达到预期, 5G 网络也尚未普及, “文明”一项的支撑则有明显的缺失。前两者随着技术的发展可以弥补, 但是“文明”的实现并不是单纯依靠技术。可以预见, 随着元宇宙的实际发展, 国家层面的引导、监管必然介入, 相应的法律法规也将得到完善。否则, 元宇宙也将如 Second Life 一样, 虚拟世界中充斥着偏执、色情和暴力, 最终失去核心价值^[5]。

1.3 元宇宙展望

元宇宙并没有停留在漫无边际的幻想阶段,有高人气的媒体聚焦度,有众多头部企业的合力孵

化,即将破壳而出迎来崭新时代。元宇宙必然要构建于现实社会安全、稳定的综合生产力基础之上,如图4所示循序渐进、分阶段发展。

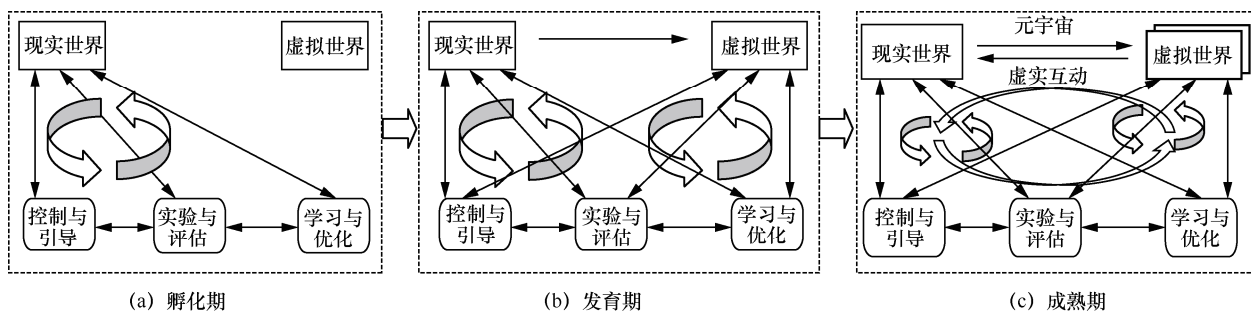


图4 元宇宙发展的3个阶段

(1) 孵化期。当前,元宇宙的发展还处于思想启蒙的孵化期。如图4(a)所示,人类社会的生产、生活,仍然以现实世界的单侧闭环发展为主。随着信息基础设施的快速发展,以移动互联网为代表的虚拟平台为现实生活带来诸多便利。但短期来看,元宇宙的发展仍将主要集中于游戏、社交、内容等娱乐领域。总体来说,虚拟世界的规模、用户规模都十分有限,对现实世界影响甚微。

(2) 发育期。发育期的主要特点是新技术、新内容、新应用。新技术以VR/AR眼镜、头盔技术为代表,它们将取代手机屏幕成为元宇宙第一入口,在目前平面社交媒体形式的基础上加强三维沉浸感体验。新内容通过UGC的模式迅速繁荣,在5G网络的支持下用户体验显著提升,开始吸引各个层面的广大用户。新应用成为推动元宇宙发展的核心力量,发源于建筑行业的建筑信息模型(building information modeling, BIM)、源于制造业的数字孪生(digital twins)等技术已成为生产环节的重要支撑手段,随着云计算、数据湖等技术进一步应用,虚拟世界初步形成闭环的虚拟消费体系。如图4(b)所示,人类社会进入现实、虚拟双闭环运行模式。在此期间,虚拟世界的规模逐步超过现实世界,全体社会人员成为元宇宙用户。

(3) 成熟期。长期来看,虚拟世界与现实世界深度融合,形成虚实互动的一体化大循环,实现虚实平行世界,如图4(c)所示。一方面,大多数社会人口在虚拟世界中度过大多数的时间,解决大多数的生活需求。另一方面,虚拟世界的支撑行业,如电信、物流等行业进一步专业化发展,在现实世

界内形成专业化体系。平行世界必将对未来人类社会的生产方式、组织模式、社会关系的具体形式产生巨大影响,其本身所带来的潜在问题也值得不断深入探索研究。

2 元宇宙下的交通

元宇宙的发展愿景,是人通过虚拟的角色、创建虚拟的空间,实现现实与虚拟世界的无缝连接,这种模式将从最初的娱乐休闲逐步扩展到办公生产,进一步实现虚实结合的新型社会统一体。元宇宙将影响社会的方方面面,那么人们自然会想:元宇宙下的交通会是怎样的发展景象?因此,本文着重从交通出行需求分析的角度,展望不同发展阶段的元宇宙对智能交通系统发展的影响。

2.1 从人的需求看交通的产生

形式多样、立体多元的交通出行是现代社会正常运转的重要基础。由于“人”参与其中,交通是公认的开放复杂巨系统。要分析元宇宙对交通系统的影响,一个根本的问题是:交通因何而生?答案是交通源于人的需求。根据马斯洛需要层次论^[6],人的需求分为5个层次。

人的需求逐层发展,越底层的需求优先级越高,高层次的需求建立在底层需求满足的基础之上。衣食住行是人的基本需求,自我价值的实现是最高需求。在基本生活、安全需求没有得到满足的情况下,人们很少会不切实际地追求更高的需求。

因为城市功能的空间分异,人们为了满足自身不同层次的需求,需要改变自身的空间位置,位置的变换即交通出行。为了更便捷地出行,人们发明

了轮船、汽车、高铁、飞机，修建了码头、公路、铁路、机场。社会中具有不同职业、不同年龄、不同地点的众多人群，因不同层次的需求可能同时以多种方式出行，构成了复杂的交通系统。

元宇宙对交通的影响，本质来源于元宇宙对人的需求的影响，人的需求变化导致出行需求的变化。不同层次的需求会产生不同的交通需求，生理需求所产生的交通需求受元宇宙的影响相对较小，但需求层次越高，受元宇宙的影响越大，越可能将实际物理时空中的交通出行转为虚拟世界中的交通出行。不同发展阶段的元宇宙，对现代交通系统的演进有着不同程度的推动作用，以下分阶段叙述。

2.2 元宇宙孵化期

Facebook (Meta)、英伟达、字节跳动、腾讯等企业是推动元宇宙发展的核心力量。考虑这些企业前期主营业务的性质，元宇宙近期发展的重点是融合内容生态的娱乐游戏和社交媒体。与之相呼应，Roblox 得到资本青睐的原因，正是契合了元宇宙当前发展的两个要素，一是利用信息技术完成海量内容生态的构建，二是利用内容和社交媒体形成人与社群的连接，这两个要素的本质是满足人们的精神需求。

(1) 孵化期元宇宙用户群体分析

从两点分析初期元宇宙对交通发展的影响：一是现阶段元宇宙“满足人们的精神需求”的定位，二是 Roblox 的日活跃用户中 5~24 岁年龄段用户占到 70%^[1-2]。

第一点说明现阶段元宇宙的驱动力是人们的精神需求，对应到马斯洛需要层次论金字塔的上部和顶端，在整体的需求分布中占少数。

第二点说明核心用户主要是学龄人口，16 岁以

下的中小学生占比超过 50%。而青少年的底层需求主要来自家人的支撑，他们的交通出行基本附着于父母，自身单独参与主干路交通的机会很小，或局限于校园封闭环境之中极少出行，不能构成有效的出行需求。虽然 Roblox 在 2021 年年初的用户数量超过 4 000 万，但其用户的年龄分布特性决定了现阶段元宇宙还基本处于图 4 中的从孵化期到发育期的初始阶段，局限于虚拟世界小循环，并不对现实世界造成显著影响。因此，孵化期元宇宙对现实城市交通系统的影响可以说微乎其微。

(2) 孵化期元宇宙虚拟世界构建

另外，元宇宙中的虚拟社会基础设施已经开始布局和建设，虚拟交通系统也是其中的重要组成部分，数字孪生、平行城市、平行交通的理论方法早已被提出并有序推进。但虚拟基础设施的创建主体不是元宇宙的初期用户，普通 UGC 模式下，虚拟交通系统很难由常规用户创建，他们既无能力也无兴趣。虚拟交通基础设施的建设任务需要由企业级用户在专业生产内容 (professionally generated content, PGC) 模式下完成。2017 年以来，在无人驾驶浪潮的推动下，高精度地图的建设进一步向三维高保真的方向发展，可以预见相关企业将以此为优势成为元宇宙的企业级用户和基础设施建设者。英伟达在此方面最新推出的 Omniverse Replicator 等技术正推动深度学习数据高保真合成技术的快速发展。高精度地图和高保真虚拟数据两者的结合，为无人驾驶的模拟训练提供了理想的虚拟测试场，必将加速高等级无人驾驶时代的到来。高精度地图 (四维图新) 和英伟达 Omniverse Replicator 交通应用场景如图 5 所示。

元宇宙孵化期末阶段，现实交通将与虚拟交通构成数字孪生体系，完成“从现实交通构建虚拟交



图5 高精度地图 (四维图新) 和英伟达 Omniverse Replicator 交通应用场景

通”的第一步，到达“由虚拟交通优化重构现实交通”的临界点。此时，交通规划、交通管控等传统交通核心任务将面临重大挑战，是平行交通系统发挥优势的重要契机。

2.3 元宇宙发育期

现代社会发展交通的最终目标是安全、高效、舒适、环保，智能交通系统（intelligent transportation system, ITS）则是公认的能够实现上述目标的重要手段。随着资金的投入和技术的发展，元宇宙从孵化期破壳而出，进入充满活力的快速发育期，推动智能交通系统向着“平行交通”的方向加速发展。

（1）平行智能与平行交通

ACP 方法是人工系统（artificial systems）、计算实验（computational experiments）、平行执行（parallel execution）3 个部分的综合，是关于复杂系统建模、计算、实验、决策、管理、控制的一套理论与方法体系^[7-9]。平行智能指的是“实际系统”与“人工系统”虚实交互、优化学习、平行执行产生的智能，是基于 ACP 方法的一个新型人工智能理论框架^[10]。

如图 6 所示，平行交通系统^[11]是在平行智能理论体系下发展而来的新一代智能交通系统，由实际交通系统和人工交通系统共同组成统一体系。平行交通系统将交通仿真从对车辆运动的过程模拟扩展为对整个社会背景下人的行为和活动的模拟，从而使交通的计算机仿真升华为交通的计算实验。在此基础上，通过计算实验探究在正常与异常状态下系统各要素的相互作用关系及演化规律，模拟并“实播”系统的各种状态和发展特性。最后，采用虚实互动与平行执行对比并分析人工交通系统与实际交通系统的运转行为差异，从而实现二者对未来状况的“借鉴”与“预估”，进而分别调整各自的控制与管理模式^[12-13]。

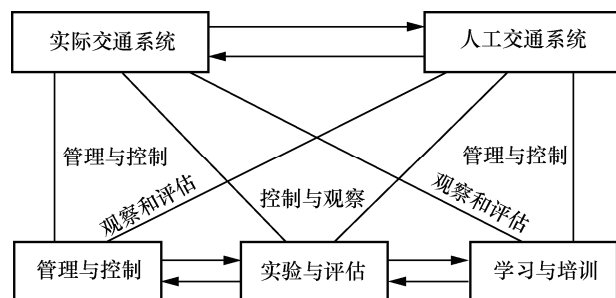


图6 平行交通系统原理

（2）元宇宙加速平行交通的建成

打造元宇宙的 6 项核心支撑技术，也是创建平行智能系统的核心技术，元宇宙时代将快速推动平行智能系统的发展。

首先，元宇宙时代图形计算设备广泛普及，三维渲染技术进一步提升，赋能数字城市和高精度地图组为新一代高保真人工交通系统，从而建成平行智能的“虚实”综合体系，实现平行交通的“描述智能”。

其次，新一代高速互联网络、智能物联网的发展，将真实交通系统与虚拟交通系统紧密连接、深度融合。一方面，来自真实交通系统的数据实时接入高保真虚拟交通系统，驱动虚拟交通系统进行多维度演进、模拟、评估、优化，实现平行交通系统的“预测智能”。另一方面，虚拟系统可更准确地预测出行需求，结合在线实时评估结果，将优化方案反馈至真实交通系统，形成虚实互动闭环管理与控制。

（3）平行智能引导元宇宙健康发展

元宇宙提倡去中心化，鼓励从下向上的“涌现”式自由创新。这种方式有助于元宇宙早期内容创新的快速发展，但后续容易导致无序发展，滋生色情与暴力，Second Life 存在的问题便是前车之鉴。

因此，平行交通系统可以发挥其“引导智能”的优势。人工交通系统与实际交通系统之间的虚实互动、闭环反馈成为管理与控制交通系统的机制，促使整个平行交通虚实融合系统向设定的目标收敛。平行执行把人工交通系统嵌入整个流程环，根据物理交通世界和网络交通世界感知到的数据、信息，不断地调整、优化人工交通系统，促成元宇宙虚实闭环系统的健康发展。

2.4 元宇宙成熟期

如果元宇宙按照行业预期发展，现实世界与虚拟世界逐步深度融合，达到图 4 中的虚实互动大循环阶段，元宇宙将对人类的生活方式产生深刻影响，引发交通系统的进一步巨大变革。

（1）元宇宙深刻影响个人生活方式

元宇宙中期时代，虚拟替身（avatar）的发展和完善将极大助力个人综合能力的提升，在虚拟角色和虚拟社会的帮助下，人类可以做到足不出户、分身有术。因此，人在并行、高效地完成基本生活需求任务后，将有更多的时间在元宇宙中满足自身更高层次的精神需求，如此形成快速发展的正反

馈,进一步促进元宇宙的繁荣。

经过技术的不断发展,元宇宙中的虚拟空间从游戏、社交延伸至办公、生产等各个层面。同时,随着时间推进,社会人口逐渐完成代际更替,元宇宙发展初期的低龄用户成为社会人口的主体,进而完成元宇宙对整体社会人口的全覆盖。

(2) 元宇宙引发交通出行的巨大变革

元宇宙创造的虚实结合社会模式拉近了人与人之间的距离,用虚拟空间的形式消除地理与空间上的隔离。马斯洛需要层次论中人的中高层次需求向虚拟空间转移,相应的实际交通出行虚拟化;而低层需求引发的交通出行比例在现实世界增加,进一步专业化。交通系统也会出现以下方面的变化。

• 出行需求发生改变

普通个人出行需求减少,原本需要在现实世界中才能完成的工作能够很好地转移到虚拟空间,以高效低碳的方式完成。以元宇宙主题科幻影片《头号玩家》中的情景为例,主角购买新衣服与新设备时不再需要现场试穿和试用,在虚拟世界体验后便可以直接选择送货上门。在新冠肺炎疫情期间,很多行业工作人员被迫居家办公,但也较好地达到了工作效果,这在一定程度上验证了元宇宙交通概念的可行性。

• 交通流主体结构发生改变

上述情景下,虽然试穿试用都在虚拟世界完成,但是实物还需要物流配送到达用户。可以预见,在元宇宙普及之后的阶段,城市主干交通流中家庭用车将显著减少,同时专业物流车辆、无人驾驶服务车辆将显著增加,成为交通流的主体。由于物流车辆、无人驾驶车辆由运营公司集中控制管理,可以进行系统优化,做到更加安全、高效、环保。同时,物流行业运行的可靠性成为元宇宙健康运转的关键要素。2022年12月,疫情导致部分城市的物流系统近乎瘫痪,这个问题值得认真研究并提出应对方案。

(3) 基于平行交通系统的管理与服务

平行交通管理与控制系统以ACP理论为指导,致力于实际城市交通系统的人工化、数字化、虚拟化、模型化,实现人工交通系统和实际交通系统的互联互动、平行管控,完成对实际交通系统的泛在感知、快速建模、多元信息融合预测、性能评估及优化控制^[13-15]。元宇宙发展促成元城市(metacity),

平行交通系统将同时利用虚拟世界和真实世界的综合信息,全面服务社会交通出行,如图7所示,在交通建设规划、资源调度、精准控制、精细服务、应急管理等方面发挥优势。

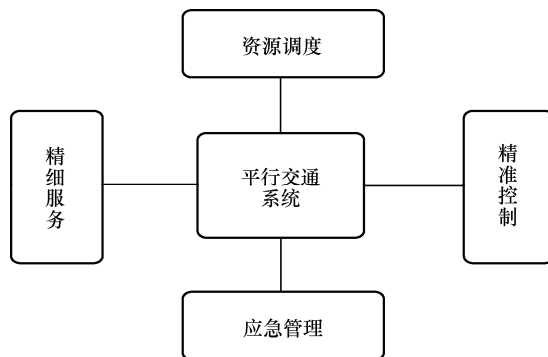


图7 元宇宙下平行交通系统发挥优势

• 资源调度

在智能物联网帮助下,真实世界的车辆、道路、辅助设施的动态信息将被实时传送到虚拟交通系统。基于虚拟交通的学习和优化算法能够根据交通的长周期规律和短时交通流进行预测,给出各种公共交通资源的配置方案,做到资源利用最优化。

• 精准控制

云计算和物联网相结合,元城市下实现全路网联合优化,克服传统交通控制局部调优的局限,做到信号灯精准配时。

• 精细服务

基于手机信令等传统方式预测交通流的情况下,数据覆盖人口比例低等因素导致预测不准确。元宇宙时代,虚拟世界和现实世界完全融合,人在虚拟空间的活动轨迹可以更好地刻画人的状态,所产生的数据可帮助智能算法辅助精准交通流预测,可提前预测和安排相应的出行服务。

• 应急管理

特殊天气、自然灾害时有发生,对交通系统造成严重影响,甚至造成生命财产损失。在元宇宙虚拟世界中,可以对大雪、大雾等天气,以及内涝、地震等极端灾害进行高逼真的动态模拟。一方面可以帮助评估对交通系统通行能力的影响,发现城市积水点等高危区域,提前控制和引导出行人员避险;另一方面可以针对具体事件,形成、评估、优选最佳应急管理预案,在虚拟世界中提前优化资源配置,对人员进行培训。

(4) 优化交通结构, 助力实现“双碳”目标

人类工业革命以来, 温室气体排放逐年增加, 地球持续变暖, 严重威胁生态可持续发展。各种方式的交通出行也是碳排放的主要来源。在环境日益严峻的情况下, 碳减排成为了全球共识。

元宇宙能够减少交通出行的碳排放。一方面, 逐步成熟的元宇宙将人的高层次需求转移至虚拟空间, 从而大幅度减少由此产生的实际交通出行。另一方面, 基于元宇宙的平行交通, 进一步引导人的低层次需求所产生的交通出行走向专业化, 将减少碳排放作为重要目标, 实现全路网优化。两方面相结合, 将为“双碳”目标的实现提供重要途径。

3 思考与讨论

元宇宙仍处于发展的初期阶段。元宇宙具有改善人类社会生活的潜力, 同时也会带来一系列潜在问题, 具体如下。

- 元宇宙下无人驾驶车辆占比大, 如果发生交通事故如何处理? 责任如何划分?
- 未成年人接触元宇宙平行交通, 是否会对他们现实交通意识的形成产生负面影响?
- 极端条件下(如灾害、疫情), 现实世界能否为虚拟世界提供持续稳定的支撑?

以上仅为众多潜在问题的举例, 但足以引起人们的重视。将元宇宙作为核心发展方向的 Meta 公司在 2022 年末遇到了困难, 其创始人也承认对元宇宙预期过于乐观, 导致决策失误。新冠肺炎疫情造成的物流严重迟滞的问题, 也对元宇宙的发展信心造成影响。

4 结束语

元宇宙短期内不会对目前的交通系统造成明显影响, 但元宇宙虚拟空间的广泛普及将促进虚拟交通系统的快速发展成熟, 交通系统也成为虚实融合的平行大循环系统下的重要基础设施。平行交通系统不但能更好地利用元宇宙所构建的虚拟世界, 对现实交通进行充分的统计、挖掘、实验、分析、评估, 更能发挥其所注重和擅长的管理与控制, 提早研究元宇宙带来的潜在问题, 保障元宇宙的正常有序运转, 为创建元宇宙文明、引导元宇宙持续活力发展提供有力的支撑。

参考文献:

- [1] 孔蓉, 缪欣君, 潘喆, 等. 探索元宇宙框架—生产力的第三次革命[R]. 2021.
KONG R, MIAO X J, PAN J, et al. Exploring the metaverse framework--the third revolution of productivity[R]. 2021.
- [2] 孔蓉. Roblox 深度报告: Metaverse 第一股, 元宇宙引领者[R]. 2021.
KONG R. Roblox in-depth report: the first metaverse stock, the leader of the metaverse[R]. 2021.
- [3] STEPHENSON N. Snow crash[M]. [S.l.:s.n.], 1992.
- [4] BOULOS M N, HETHERINGTON L, WHEELER S. Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education[J]. Health Information and Libraries Journal, 2007, 24(4): 233-245.
- [5] JAMISON L. The digital ruins of a forgotten future[J]. The Atlantic, 2017.
- [6] MASLOW A H. A theory of human motivation[J]. Psychological Review, 1943, 50(4): 370-396.
- [7] 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, 1(4): 25-35.
WANG F Y. Artificial societies, computational experiments, and parallel systems: a discussion on computational theory of complex social-economic systems[J]. Complex Systems and Complexity Science, 2004, 1(4): 25-35.
- [8] 王飞跃. 计算实验方法与复杂系统行为分析和决策评估[J]. 系统仿真学报, 2004, 16(5): 893-897.
WANG F Y. Computational experiments for behavior analysis and decision evaluation of complex systems[J]. Journal of System Simulation, 2004, 16(5): 893-897.
- [9] 王飞跃. 平行系统方法与复杂系统的管理和控制[J]. 控制与决策, 2004, 19(5): 485-489, 514.
WANG F Y. Parallel system methods for management and control of complex systems[J]. Control and Decision, 2004, 19(5): 485-489, 514.
- [10] WANG F Y, WANG X, LI L X, et al. Steps toward parallel intelligence[J]. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 2016, 3(4): 345-348.
- [11] WANG F Y. Parallel control and management for intelligent transportation systems: concepts, architectures, and applications[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2010, 11(3): 630-638.
- [12] 吕宜生, 王飞跃, 张宇, 等. 虚实互动的平行城市: 基本框架、方法与应用[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(3): 311-317.
LYU Y S, WANG F Y, ZHANG Y, et al. Parallel Cities: framework, methodology, and application[J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(3): 311-317.

- [13] 吕宜生, 陈圆圆, 金峻臣, 等. 平行交通: 虚实互动的智能交通管理
与控制[J]. 智能科学与技术学报, 2019, 1(1): 21-33.
- LYU Y S, CHEN Y Y, JIN J C, et al. Parallel transportation: vir-
tual-real interaction for intelligent traffic management and control[J].
Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2019, 1(1):
21-33.
- [14] ZHAO C, LYU Y S, JIN J C, et al. DeCAST in TransVerse for parallel
intelligent transportation systems and smart cities: three decades and
beyond[J]. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2022,
14(6): 6-17.
- [15] ZHAO C, DAI X Y, LYU Y S, et al. Decentralized autonomous opera-
tions and organizations in TransVerse: federated intelligence for smart
mobility[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics:
Systems, 2022.

[作者简介]



缪青海 (1979-), 男, 博士, 中国科学院大学人工智能学院副教授, 主要研究方向为智能系统、机器学习、智能交通、数值模拟等。



吕宜生 (1983-), 男, 博士, 中国科学院自动化研究所研究员, 主要研究方向为人工智能、机器学习、深度学习、智能驾驶、智能交通、交通大数据等。