

虚拟现实技术在计算机通信中的应用研究

汤 宁

新疆铁道职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 831100

[摘要]计算机通信在人们的日常生活、工作以及学习等方面所发挥的作用日益凸显,各个领域针对通信方面的要求变得更为严格且呈现出多元化的特点。伴随我国虚拟现实等前沿技术发展速度不断加快,在计算机通信领域,对于这些新兴技术展开深度融合这件事愈发予以重视,正在积极拓宽其应用场景的涵盖范围,同时深入挖掘技术整合方面的潜力,把虚拟现实技术恰当地融入到计算机通信体系当中,达成二者的优势互补状态,这已然成为了当下跨学科研究最为关键的核心攻关所在。

[关键词]虚拟现实; 计算机通信; 人机交互; 通信协议

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17121

中图分类号: TP39

文献标识码: A

Research on the Application of Virtual Reality Technology in Computer Communication

TANG Ning

Xinjiang Railway Vocational and Technical College, Urumqi, Xinjiang, 831100, China

Abstract: The role of computer communication in people's daily life, work, and learning is increasingly prominent, and the requirements for communication in various fields have become more stringent and diversified. With the continuous acceleration of the development of cutting-edge technologies such as virtual reality in our country, the deep integration with these emerging technologies is increasingly valued in the field of computer communication. We are actively expanding the scope of their application scenarios and exploring the potential of technology integration to appropriately integrate virtual reality technology into the computer communication system, achieving a complementary advantage between them, which has become the most critical core research area for interdisciplinary studies at present.

Keywords: virtual reality; electronic communication; human-computer interaction; communication protocol

引言

虚拟现实技术于计算机通信领域逐渐显露锋芒,已然成为推动创新的重要驱动力。该技术依靠所构建的极为吸引人的体验环境,还有其高度逼真的世界模拟能力,赋予了用户前所未有的交互深度以及沉浸式感受。不论是细致入微地模拟现实世界的复杂场景,还是大胆无畏地创造出充满想象力的虚构环境,虚拟现实技术均能让人们仿佛身临其境一般去探索未知领域、获取各类知识、享受丰富娱乐或者激发无限创造。在当下这个技术不断更新换代的数字化大潮之中,虚拟现实技术的确为计算机通信的发展开拓出了颇具潜力的全新途径,为其注入了极为强劲的创新活力,预示着通信形态将会迎来深刻的变革,并且还扛起了未来人机交互模式转型的重要重任。

1 虚拟现实技术概述

1.1 定义与核心原理

定义和原理虚拟现实技术(VR技术)是一种通过计算机技术创建的模拟环境,让用户能够身临其境地感受和交互其中。它通过模拟多感官的输入,包括视觉、听觉、触觉等,创造出一种虚拟的、与现实世界相似或完全不同的体验。虚拟现实技术的基本原理是通过操作一系列技术和设备,将用户置于一个计算机生成的虚拟环境中,并使用户能够与该环境进行实时互动,整个过程的进行需要实

时的图形渲染、传感器技术、跟踪和定位技术以及交互设备的支持。

1.2 主要分类与系统组成

用户沉浸程度以及交互方式存在明显区别,虚拟现实系统大致可划分成三个类别,即沉浸式VR系统、桌面式VR系统还有分布式VR系统。完整意义上的虚拟现实系统,一般会涵盖多个部分。其中,有负责对环境进行渲染以及处理逻辑事宜的高性能计算单元,也有能够实现精准捕获用户动作并且追踪其位姿的传感输入子系统。还有用来呈现立体视觉画面并给予多通道感官反馈的沉浸式输出设备,以及能够支撑虚拟世界正常运行且维持交互逻辑的底层软件平台。实现用户与虚拟对象开展自然交互的相关特定交互技术也是必不可少的组成部分。

1.3 常用硬件设备与软件平台

当下主流的硬件有OculusQuest系列、HTCVive系列以及PlayStationVR2这类头戴式显示设备,还有像ValveIndex手柄这样的控制器,它能精准地捕捉手部的动作与姿态,OptiTrack光学系统能够实现对全身运动的追踪,Teslasuit等可穿戴装置可以提供触觉反馈。在软件生态这块,Unity引擎和UnrealEngine因为具备强大的实时渲染能力以及较为完善的物理仿真支持,所以成为了构建虚拟现实内容的关键开发工具。而借助推广OpenXR标准

的方式,有效地推动了不同硬件平台之间应用内容的互操作性,也使得开发适配的复杂程度得以降低。

2 虚拟现实技术的关键特性

2.1 沉浸性

沉浸性的目的在于借助多感官通道相互间高度协同的刺激方式,切实有效地将用户对物理现实世界的感知予以隔绝或者大幅削弱,进而促使用户的认知焦点能够彻底地转移到虚拟环境当中来。这种极为深入的心理投入状态,恰恰是虚拟现实体验与传统屏幕交互相比而言所具备的本质区别所在。现代头戴显示设备大多都可提供双眼视差渲染的高分辨率画面显示效果,同时还具备低运动模糊方面的特性,并且其视野角度往往能够超出 100 度。再配合上精确的头部追踪功能,其中延迟时间一般都被控制在 20 毫秒以内,再加上沉浸式空间音频技术的应用,这些因素综合起来便共同营造出一种极具说服力的临场感受,能够让用户真切地感觉到场景的逼真程度。

2.2 交互性

交互性着重指出,用户于虚拟环境当中,可好似身处真实世界一样,凭借诸如抓取、行走、注视这类自然动作,或者凭借专用输入设备,去实时操控虚拟对象,并且能即时获取契合物理规律以及环境逻辑的反馈成效^[1]。这种具备高自由度且延迟较低的业界标杆,一般要求运动到成像延迟要低于 15 毫秒的自然交互能力,其属于虚拟现实系统支撑复杂任务,如远程协同设计、虚拟手术训练的关键核心基础,它将数字世界与物理世界的操作界限变得模糊不清,就好似远程手术得考量网络延迟一样重要。

2.3 构想性

构想性这项独特的能力赋予了系统设计者和内容创作者突破现实世界中物理定律以及各种客观条件限制束缚的非凡力量,使得他们得以构建出那些在真实物理世界中根本不可能存在或者即使存在也极难复现的奇妙场景空间,例如在原子或分子尺度上对微观结构进行可视化操作、在浩瀚无垠的宇宙尺度进行空间探索漫游、逼真重现重要的历史事件场景或者对未来城市的发展蓝图进行模拟规划展示,这极大地拓展了人类探索未知领域的认知边界和进行创意表达的创造力疆域,为科学前沿研究、创新教育培训和艺术创意表达提供了前所未有的强大工具平台,使得网络通信工程师们能够在一个绝对安全且成本可控的虚拟实验环境中,放心大胆地试验那些在真实网络环境中部署可能具有潜在危险性或者极高经济成本的新型通信协议草案或创新的网络拓扑结构设计方案^[2]。在计算机通信这个特定的专业领域内,构想性的价值直接而鲜明地体现在它能够支持工程师们构建起超大规模、结构异常复杂的异构网络仿真验证环境上,工程师可以随心所欲地配置那些在现实物理世界中由于部署难度极大或经济成本高昂而难以实现的特殊网络架构模型,例如精确模拟由

数千颗低轨道卫星组成的全球卫星互联网星座其节点间的通信延迟特性和星间链路切换机制,或者构建一个包含数百万个物联网感知节点的城市级智能传感网络模型,用于对新型通信协议进行极限压力条件下的性能测试和网络安全攻防对抗演练。

2.4 多感知性

虚拟现实技术超越了传统的视听体验,其着力于整合触觉力或者振动反馈、嗅觉乃至前庭觉平衡感等多种通道的感官反馈,以此在虚拟环境当中给用户带来更为丰富且更加接近真实世界的综合感官刺激。比如说,触觉反馈手套能够模拟抓取不同材质物体时所产生的触感差异,体感背心可以传递出定向冲击的效果,热反馈装置则能够再现温度的变化情况。多感知融合这一方式大幅度提升了虚拟环境所具有的真实感以及用户交互时的自然程度,而这一点对于远程操作精密仪器或者沉浸式通信时的情感传递来说是极为重要的。

3 虚拟现实技术在计算机通信中的核心应用方向

3.1 沉浸式远程协作与会议系统

虚拟现实技术正对传统视频会议模式展开彻底重构,其借助构建起共享的虚拟三维会议空间,让参与者能够以个性化的虚拟化身形式展开交互,进而达成逼真的空间音频对话、自然的肢体语言交流,同时还能实现实时三维文档、模型的可视化协同操作。Meta 的 Horizon Workrooms 以及 Microsoft Mesh 等平台均是朝着这一方向努力的实践者。依据 Gartner 在 2025 年的预测报告,到 2025 年,全球会有 42% 的企业会部分采用 VR/AR 技术来开展内部协作以及客户会议,以此显著提高沟通效率,降低差旅需求,并且改变了我们的开会方式。沉浸式协作所具有的核心价值在于恢复了面对面交流当中的空间感、共在感以及非语言线索传递,像眼神接触、手势指向以及空间方位感等,这些对于设计评审、复杂问题解决以及团队凝聚力的建设而言是极为关键的^[3]。技术方面存在的挑战在于需要实时传输高保真的用户化身姿态表情数据、共享的三维模型数据流,并且要维持空间音频效果,这就要求网络能够提供高带宽、低延迟且支持多点同步的数据传输能力。边缘计算被广泛应用于就近处理渲染负载和同步逻辑,以此来减轻核心网的压力并降低端到端的延迟。

3.2 网络可视化与状态监控

在现代通信网络变得日益庞大且复杂的情况下,比如 5G 或者 6G 核心网以及大型数据中心网络,虚拟现实给出了具有革命性的网络拓扑结构三维可视化以及实时状态监控的方式。管理员能够直观地进入到虚拟网络当中,从任意的角度去查看设备连接的情况、链路负载的状态、带宽的利用率、延迟的程度、丢包率的高低以及流量热力图的分布状况,并且还能够凭借手势交互迅速找到故障节点,模拟配置变更所带来的影响。就像诺基亚的 Deepfield

Analytics 把 VR 技术运用起来, 达成了对超大规模 IP 网络的沉浸式监控与管理, 提高了网络运维的直观程度以及响应的速度, 让管理复杂的网络变得稍微简单了一点。传统的二维网管界面很难清楚地展示出大规模网络的层次结构以及动态的关系, 然而 VR 可视化会把抽象的网络数据转变成具体的三维空间对象以及动态的信息流, 让管理员可以快速地了解全局的状态, 确定异常热点, 像是 DDoS 攻击的源头或者是拥塞的链路, 并且可以通过直观的手势来实施隔离、限流等相关操作。其背后需要极为强大的数据处理能力, 要实时收集大量的网络遥测数据, 像 NetFlow/sFlow/Telemetry 这类数据, 然后对其进行聚合分析, 以此来驱动虚拟场景的实时更新, 对于数据管道的吞吐量以及处理延迟的要求非常高。

3.3 通信协议与网络架构的模拟验证

在着手部署像下一代 TCP 变种、QUIC 这类新型通信协议, 又或者是软件定义网络 SDN、网络功能虚拟化 NFV 这般复杂的网络架构之前, 借助虚拟现实所构建起来的具备大规模且高保真特性的网络仿真环境来开展前期的验证工作, 这已然变得极为关键。工程师能够在这样的虚拟环境当中较为直观地去部署各类节点、对相关策略加以配置、注入诸如 DDoS 攻击、突发流量模型之类的模拟流量, 并且能够实时地去观察协议的具体行为、网络性能指标, 像是吞吐量、抖动、资源占用率以及潜在存在的瓶颈情况。美国国家标准与技术研究院在 2024 年所发布的关于未来网络测试平台的白皮书 NIST SP 1274 里, 着重指出了基于 VR/AR 的沉浸式仿真验证对于降低真实网络部署过程中所面临的风险起到的极为重要的作用, 称其为测试环节当中不可或缺的一种手段。与传统的命令行或者二维图表式的仿真工具相比而言, VR 环境能够赋予工程师以一种空间化、具身化的方式去理解协议交互的具体过程以及数据流的动态情况, 比如说可以较为直观地看到数据包在各个网络节点之间出现的排队、拥塞以及重传等现象, 又或者是能够观察到 SDN 控制器指令下发的实际路径以及其对流量所产生的具体影响。这样一种沉浸式的调试环境, 切实有效地提升了工程师诊断那些复杂的协议交互方面的问题以及对网络性能加以优化的工作效率。仿真平台得要集成像 NS-3、OMNeT++ 这类较为成熟的网络模拟器内核, 并且要建立起其输出数据和 VR 可视化引擎之间的实时对接渠道。

3.4 新型人机交互界面的通信支持

虚拟现实乃是下一代自然人机交互的关键载体, 其高效运作离不开底层通信网络给予的极低延迟、超高可靠性和大带宽的数据传输保障。就无线通信来讲, 像 5G 或者 6G 的 URLLC 特性以及有线网络的边缘计算、确定性网络, 针对虚拟化表情与动作的实时同步、高保真三维环境数据的流式传输、多用户间实时交互状态的精准一致等

方面, 都提出了极为严苛的要求。反过来说, 为了满足 VR/AR 的通信需求, 还推动了诸如注视点渲染数据传输优化、分布式渲染协同计算等新型通信技术的发展以及标准化进程, 就好比 MPEG-I 标准里的沉浸式媒体传输规范, 使得通信技术得以不断发展^[4]。具体来讲, 注视点渲染技术借助于人眼视觉特性, 仅仅对用户注视的中心区域展开全分辨率渲染, 而周边区域则降低分辨率, 如此一来便能大幅减少需要传输的像素数据量, 这对于移动 VR 和云 VR 而言是极为重要的, 这就要求网络得能支持动态码率传输以及快速区域更新。分布式渲染会把繁重的图形计算任务在用户终端、边缘云以及中心云之间进行动态卸载与协同处理, 依靠网络将渲染指令或者部分渲染结果高效地传输出去, 这就需要网络拥有灵活的任务调度与资源分配能力, 还得具备低延迟的远程过程调用机制。VR/AR 作为网络性能的“终极测试者”, 正在强有力地牵引着通信技术朝着更高性能、更智能化的方向不断演进。

4 结语

虚拟现实技术和计算机通信相互融合, 并不是简单地把两种技术堆砌到一起, 而是一种全新的、有沉浸感、互动性强且有构想空间的通信方式。从能彻底改变远程协作模式的虚拟会议空间, 到可直观呈现复杂网络运行状况的可视化监控工具, 再到能为验证未来通信基础设施提供安全环境的仿真环境, 以及支持自然化人机交互界面所需的通信能力革新, 虚拟现实正在全方位地渗透并重塑计算机通信的应用场景。往后的日子, 随着算力不断提升、显示与交互设备变得更为轻便舒适、网络性能尤其是 6G 与空地一体化网络的飞跃发展, 两者融合的程度与范围会呈指数级扩大。不过, 在技术快速发展的过程中, 一定要十分重视网络信息安全、用户隐私保护以及沉浸式技术可能会引发的社会心理影响等伦理难题, 迫切需要制定具有前瞻性的技术标准与伦理审查机制, 推动虚拟现实赋能之下的计算机通信朝着更高效、更惠及大众、更安全、更负责任的方向不断发展。

【参考文献】

- [1]杨雪平.虚拟现实技术在计算机通信中的应用研究[J].软件,2024,45(9):133-135.
- [2]杨富平.虚拟现实技术用于计算机通信的分析及研究[J].电子技术与软件工程,2023(3):13-16.
- [3]张丽.虚拟现实技术在计算机信息系统安全保护中的应用[J].信息与电脑(理论版),2024,36(3):183-185.
- [4]吴晓冰.虚拟现实技术在计算机网络平台中的应用[J].电子技术,2024,53(7):408-409.

作者简介: 汤宁(1989.12—), 女, 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 计算机科学与技术, 当前就职单位: 新疆铁道职业技术学院, 职务: 教师, 职称级别: 中级。