

浅析城市轨道交通领域的XR技术应用及前景

陈 星¹, 万可谦²

¹南昌轨道交通集团有限公司, 江西 南昌

²江西科骏实业有限公司, 江西 南昌

收稿日期: 2021年9月27日; 录用日期: 2021年11月10日; 发布日期: 2021年11月17日

摘 要

城市轨道交通作为一种大型、高技术密集型系统, 复杂性随其规模的扩大而快速增长, 员工培训、线网协同生产、乘客服务等需求不断增加, 且要求愈发严苛。扩展现实技术(XR)是虚拟现实(VR)、混合现实(MR)和增强现实(AR)技术的总称, 其沉浸性、交互性等优势, 能够帮助城市轨道交通各工种从业人员更好地了解实际生产设备与现场, 熟悉生产作业流程, 感受生产协作机理。本文通过介绍扩展现实技术的基本概念、技术手段, 探索其在城市轨道交通领域的应用, 助力智慧城市轨道交通建设与发展。

关键词

城市轨道交通, 扩展现实, 虚拟现实, 混合现实, 增强现实

Analysis of the Application and Prospect of XR Technology in Urban Rail Transit

Xing Chen¹, Keqian Wan²

¹Nanchang Rail Group Limited Co., Nanchang Jiangxi

²Jiangxi KMAX Industrial Co., Ltd., Nanchang Jiangxi

Received: Sep. 27th, 2021; accepted: Nov. 10th, 2021; published: Nov. 17th, 2021

Abstract

As a system with large-scale and intensive high-tech, the complexity of urban rail transit grows rapidly with the expansion of its scale. The demands of employee training, co-production of line and network, and passenger service increase, while the corresponding requirements are getting more severe. Extended reality technology (XR) is the general term of virtual reality (VR), mixed reality (MR), and augmented reality (AR) technologies. With its advantages of immersion and in-

teraction, XR can help people in various fields of the urban rail transit to better understand the actual production equipment and site, get familiar with the production process, and perceive the production cooperation mechanism. In this paper, the technological application in the field of urban rail transit is investigated to facilitate the construction and development of smart urban rail transit, with discussions on basic concepts and technological means.

Keywords

Urban Rail Transit, Extended Reality, Virtual Reality, Mixed Reality, Augmented Reality

Copyright © 2021 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. 引言

近年来, 国家投入大量资金用于基础设施建设, 其中城市轨道交通占比较大。截止 2020 年底, 中国大陆地区已有 45 个城市开通运营地铁线路, 总线路数量高达 244 条, 运营里程达 7969.7 公里[1]。传统轨道交通领域的工作模式已经无法满足日益严苛的生产、运维工作, 为了满足企业的高效生产与智能运维需求, XR 技术逐步被开发用于轨道交通行业各个方面。

高楠等[2]提出一种基于 VR 技术的工业设计方法, 通过 VR 技术实现对工业设计方案的展示与评估、虚拟实验及制造等各个环节可视化的展示, 方便工程师评估与优化, 有效降低设计成本。李景虎[3]结合对 MR 技术与自动驾驶技术, 将 MR 技术应用于设备运维检修、突发事件应急救援、教育培训等方面, 通过混合现实技术的应用, 有效降低了轨道运维成本, 同时在应急救援环节, 通过可视化技术实现多地指挥, 优化救援决策。吴燕[4]等人提出基于 VR 技术的轨道交通实训平台建设方案, 利用 VR 技术开发一个沉浸式交互实训平台, 该平台的建设有助于改变传统教学方式, 实现专业学生或从业人员在该平台上完成一系列的培训与实践, 推动提高轨道就业人员工作质量。

2. 扩展现实(XR)技术的应用优势

扩展现实(Extended Reality, XR)技术是一种集成了虚拟(VR)、增强(AR)和混合现实(MR)技术的扩展现实技术, 通过计算机技术搭建一个虚拟世界和真实世界相结合、可人机交互的虚拟环境[5]。

2.1. 扩展现实技术的发展

虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)诞生于 20 世纪 60 年代, 涉及计算机技术、电子与仿真技术等主流信息技术。VR 技术主要利用声音及图像信息, 通过计算机构建虚拟环境, 通过可穿戴设备实现与虚拟世界的交互, 体验 VR 技术的沉浸感; 增强现实技术(Augmented Reality, AR), 是在虚拟现实基础上进一步利用三维空间建模、光线传感等技术将虚拟世界与真实世界交互, 并且基于强大的计算机算力支持, 实现虚拟与现实的深度融合; 混合现实(Mixed Reality, MR), 在上述虚拟现实技术基础上, 在虚拟世界、真实世界和使用者之间建立起一个交互的信息反馈闭环, 进一步增强使用体验的沉浸感。

2.2. 扩展现实技术的特点与功能实现

扩展现实技术具有沉浸性强、交互性好、感知度强等多个特点(图 1), 其主要实现原理为: 1) 利用

3D 拍摄技术, 获取拍摄物体在真实空间环境信息; 2) 根据拍摄得到的数据, 将拍摄物体的三维模型放入虚拟三维空间内, 并通过 VR 技术进行渲染; 3) 基于计算机算力的加持, 将虚拟三维空间内的虚拟模型与现实场景相结合, 并可通过穿戴设备实现实时交互。

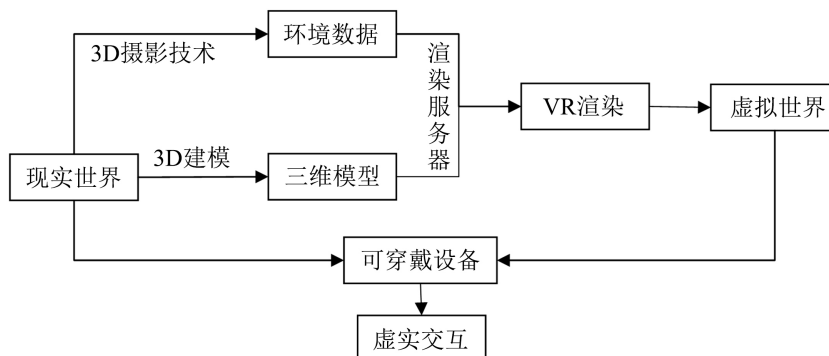


Figure 1. Architecture diagram of the implementation of extended reality technology
图 1. 扩展现实技术实现架构图

3. 城市轨道交通领域的 XR 技术应用

根据国务院《交通强国建设纲要》、中国城市轨道交通协会《智慧城轨发展纲要》等相关政策文件的发布, 城市轨道交通发展要由依靠传统要素驱动转向创新驱动, 通过高新信息技术, 推进智慧轨道交通建设。扩展现实技术, 为用户提供一种沉浸式体验, 在城市轨道交通智慧运营、智能运维及乘客服务等方面有较好的应用前景。

3.1. 智慧运营系统的 XR 技术应用

城市轨道交通作为大型、综合性强、技术密集型系统, 涉及车辆、供电、通信、信号等较多专业。同时, 城市轨道交通作为城市公共交通的不可分割的一部分, 其运输安全至关重要。

随着城市轨道交通线网规模的不断扩大, 各线路耦合关联性更加密切, 线网层运输组织愈加复杂。传统的员工经验, 已无法准确预估和应对局部大客流、设备故障及极端天气等突发事件对城市轨道交通网络带来的影响。虚拟现实技术有着场景还原度高、沉浸式观感以及交互性强的优势, 能够真实地模拟各类突发事件对城市轨道交通的影响机理及变化趋势, 帮助员工充分熟悉并掌握处置方案及其流程, 极大程度上提高其处置突发事件的能力, 保障运营安全。其中, Qi 等[6]基于 VR 技术和图形编程技术构建地铁仿真虚拟环境, 并通过基于粒子系统的实时火灾模拟算法, 在虚拟地铁车站中呈现动态火灾效果, 并对机车和地铁车站火灾进行了模拟, 实现虚拟地铁车站火灾仿真; Shen 等[7]分析了当前轨道交通行业的特殊性, 提出可以将 5G 技术应用于轨道交通 VR 全景视频在线点播, 为模拟驾驶和故障排除场景恢复稳定、高质量的原生场景。

3.2. 智能运维系统的 XR 技术应用

城市轨道交通有序生产依赖于各生产系统及设施设备的协同运作, 系统及设施设备的运行状态直接影响了运输安全。然而, 随着轨道交通不断规划和运营, 设施设备一方面数量激增, 另一方面既有设施不断老化, 故障数量日渐增加。传统的人工巡检模式, 已无法满足大量巡检工作的需求和严苛的安全要求。利用 XR 技术, 一方面能够实现隧道结构与设施设备状态的可视化, 提升运维效率。杨萌[8]提出了将一种嵌入 AR 功能的轨道交通设备 IETM 运用在轨道交通的维护中, 提高了轨道交通设备管理

水平、降低维保难度。另一方面, 以业务流程为导向, 基于 XR 技术建立城市轨道交通各类运维业务电子化手册, 以模拟动画给出运维指导。Wan 等[9]提出了基于 BIM 结合 VR、AR 和 3D 扫描的“BIM+”架构, 可同时作用于建设和运维阶段, 并在运维阶段可实现轨道交通全生命周期数据的实时关联, 通过多种信息检索方式实现模块化维护指导。

3.3. 乘客服务系统的 XR 技术应用

车站作为城市轨道交通服务乘客的重要窗口, 其布局复杂性直接影响着车站的乘客服务水平。随着城市轨道交通线网规模的不断扩大与 TOD 发展的需求, 车站平面布局也更加复杂, 其复杂程度在上下班高峰期将出现几何式增长。而增强现实技术, 可以通过乘客设定目的地, 利用摄像头拍摄标志性标识或引导牌, 帮助乘客快速定位和前往目的地, 有效实现人流分流, 缓解拥堵。Tang 等[10]提出了一种结合 ET 和 VR 技术的混合方法, 为轨道交通车站的智能化设计方法提供了信息, 以便于在重新设计的铁路车站内改进寻路和行人移动; Supeno Djanali 等[11]提出了一种具有 AR 功能铁路实时监控系統, 该监控系统包括列车当前位置的实时数据跟踪, 可以帮助乘客寻找他将要乘坐火车的车站, 同时将 GLONASS 和 GPS 相结合, 提高了定位精度。

4. 应用前景及发展趋势

目前随着信息技术行业的发展, XR 技术在轨道交通领域的应用越来越广, 但实际落地的却不多, 主要是因为开发难度较大, 难以实时通过 XR 技术反应真实情况。在未来的通讯中可以覆盖 5G 技术, 使得实时虚拟建模成为现实; 同时由于整体基于 XR 的轨道交通系统的复杂性, 后期维护、转移以及更新困难, 因此可以将整体系统模块化, 例如消防演练的应急演练, 可以通过后续更新形成更多种类的应急事件模块。

参考文献

- [1] 城市轨道交通 2020 年度统计和分析报告[J]. 城市轨道交通, 2021(4): 16-34.
- [2] 高楠, 张彦华. 基于虚拟现实技术的轨道交通装备工业设计[J]. 电力机车与城轨车辆, 2014(6): 38-40.
- [3] 李景虎. 混合现实技术在轨道交通全自动线路运营中的应用探讨[J]. 隧道与轨道交通, 2021(S1): 4.
- [4] 吴燕. 基于虚拟现实技术的城市轨道交通实训平台建设研究[J]. 科教导刊, 2021(13): 3.
- [5] 杨杰, 蔡子杰. 信息时代扩展现实技术(XR)对设计发展的影响[J]. 设计, 2021, 34(14): 49-51.
- [6] Xing, Q., Chen, Q., Yang, J., Wang, L. and Zhu, C. (2009) Application and Research of Virtual Reality in Metro Station Safety System and Fire Simulation. *International Conference on Transportation Engineering 2009*, Chengdu, China, 25-27 July 2009, 765-770. [https://doi.org/10.1061/41039\(345\)127](https://doi.org/10.1061/41039(345)127)
- [7] Shen, Z., Zou, J., Chen, W. and An, X. (2020). VR Panoramic Video Technology and Its Application in Rail Transit Personnel Training in the 5G Era. *2020 5th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE)*, Harbin, China, 25-27 December 2020. <https://doi.org/10.1109/icmccc51767.2020.00512>
- [8] 杨萌. 嵌入 AR 功能的轨道交通设备 IETM 关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2019.
- [9] Wan, W., He, Y., Liu, J., Lu, H. and Zhang, H. (2020) Application of “BIM+” Architecture Based on Cloud Technology in Intelligent Management of Rail Transit. *13th Asia Pacific Transportation Development Conference*, Shanghai, China, 27-30 May 2020. <https://doi.org/10.1061/9780784482902.055>
- [10] Tang, M. and Auffrey, C. (2018) Advanced Digital Tools for Updating Overcrowded Rail Stations: Using Eye Tracking, Virtual Reality, and Crowd Simulation to Support Design Decision-Making. *Urban Rail Transit*, 4, 249-256. <https://doi.org/10.1007/s40864-018-0096-2>
- [11] Djanali, S., Huda, M. and Shiddiqi, A.M. (2014). Location Finder Using Augmented Reality for Railways Assistance. *2014 2nd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, Bandung, Indonesia, 28-30 May 2014. <https://doi.org/10.1109/icoict.2014.6914110>