

基于5G的城市轨道交通全自动无人驾驶系统研究

王志刚

宁波市轨道交通集团有限公司运营分公司

摘要: 探讨全自动无人驾驶模式 (GoA4模式) 的优势以及对无人驾驶的概念领域的应用现状进行分析, 从5G网络信息传播、列车定位和防碰撞、唤醒、停控方面了解无人驾驶的关键技术, 并提出了技术上的困难和挑战, 为轨道交通列车实现无人驾驶, 满足乘客通行需求提供保障。

关键词: 5G网络; 驾驶模式; 全自动无人驾驶技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.030

引言

近年来城市轨道交通系统的建设逐渐兴起, 城市轨道交通全自动无人驾驶技术也表现出新的发展形势, 为实现城市轨道交通网络化的发展, 提高城市轨道交通系统的运行及自动化水平, 与国际先进的城市轨道交通系统进行有效衔接, 对现下全自动无人驾驶技术的优势、技术难点以及发展形势进行分析。

一、全自动无人驾驶模式 (GoA4模式)

(一) 概念和意义

列车的全自动无人驾驶模式 (GoA4) 由车辆控制中心进行监测, 主要是为了实现无人驾驶列车执行自动启动、休眠、开关门以及故障自动恢复等功能。列车的安全性主要通过系统的可靠性和稳定性、设备冗余备份和灵活的切换机制以及高传输速率、高传输带宽、低传输延迟的5G无线网络等得到有效保障。

全自动无人驾驶的意义: a. 提高轨道交通运营服务质量、设备可靠性、应急处置效率, 降低各种人为误操作等因素对列车运行产生的影响; b. 节约了司机薪资、奖金、培训、生产台账等费用, 降低了人力资源成本; c. 由于驾驶员对不文明乘车行为没有管理, 有利于乘客自觉遵守相关制度, 乘客相互监督, 提高乘客文明素质, 自觉文明乘车^[1]。

(二) 全自动无人驾驶技术的基础配置

全自动无人驾驶技术需对列车进行运营管理、维修管理及综合监控, 系统基础配置包括通信、信号、轨道、供电等多个专业。

(三) 自动驾驶模式比较

列车自动驾驶模式分为3种: 分别为有人驾驶的列车自动运行 (STO, 等级为 GoA2) 模式、有人监督无人驾驶 (DTO, 等级为 GoA3) 模式、无人值守全自动无人驾驶 (UTO, 等级为 GoA4) 模式^[4]。GoA4 模式具有列车自动开关门、防止列车与障碍物碰撞、列车投入及退出运营服务, 监督列车状态等其他模式不具有的功能^[2]。

二、GoA4模式使用的关键技术

(一) 5G高速网络信息传输技术

5G通信网络的峰值传输速率为 20Gbps 以上, 在任何层面都具备 1Gbps 以上传输速率。车地传输通道的信息传输方式包括车载设备维护信息、状态信息、控制指令、车载音频和视频信息等。车地视频信息的传输需要 5G 网络提供较大的传输速率。假设每辆列车共计 22 路视频信道, 要保证在 22 路视频同时进行信息上传, 需要 44Mbps 的传输速率, 在车车间隔比较密集的情况下, 每个无线服务器若有上下共计 8 列车, 则需要 352Mbps, 远小于 1Gbps 的传输速率, 所以 5G 网络的信息传输速率可以满足车地传输通道的信息传输需求^[4]。5G 网络端到端的传输时延为 5ms, 空口时延减少到 1ms, 可以实现车辆控制中心和 ATC (列车自动控制) 系统之间实时进行各种信息的交互, 保证通信的实时性和有效性。5G 网络可以实现海

量设备接入 5G 网络中, 最大可以达到 120 亿个终端接入 5G 网络, 满足大量的车地通信终端接入 5G 网络中, 从而满足 5G 网络对车地信息传输的通信需求。

(二) 列车防碰撞技术

车辆控制中心服务器收到某列车的数据采集器发送的数据后, 由于每辆列车经过轨道标签位置的时候都会向车辆控制中心服务器发送该列车的位置信息, 北斗卫星导航接收机实时获取列车的位置信息数据, 所以控制中心服务器数据库里存放有每辆列车在该时刻下处于轨道上的位置信息, 由服务器进行数据分析。当通过对多辆列车的位置信息进行数据对比分析以后, 发现该列车与另外一辆列车之间的距离小于预警距离, 或者该列车和多条轨道交叉处之间的距离大于另外一辆列车和轨道交叉处之间的距离, 且两辆列车同时向轨道交叉处行驶容易发生撞车事故的情况时, 向其中某辆列车数据采集器发送降速或者停车控制指令, 该列车的数据采集器收到控制中心服务器发送的控制指令后, 把该指令发送到该列车的自动控制系统中, 控制该列车减速或者停车, 实现对其他列车的避让, 避免撞车事故的发生, 从而保障轨道上运行的各辆列车的行车安全。

(三) 列车唤醒技术

每天清晨在列车投入运营之前, 控制中心向列车发送唤醒指令, 列车自检系统将对列车的各项指标进行检测, 并将检测结果发送给控制中心。如果检测结果各项指标正常, 列车将唤醒成功, 进入发车状态。如果检测结果某些指标不正常, 列车将唤醒失败, 控制中心将对列车进行人工干预, 派工作人员对列车进行故障排除。当列车所有故障都排除完毕后, 工作人员将列车状态改为发车状态。

(四) 停站控制技术

当列车接近需要停靠的地铁站时, 列车控制系统向列车发送减速指令, 列车速度逐步下降。当列车停止的位置没有到停车点区域 (一般为 $\pm 250\text{mm}$) 内, 列车将采用缓慢跳跃式方式调整直至对准停车点。若列车停车位置超过停车点区域, 列车可以采用缓慢跳跃式后退的方式, 最终对准停车点。

结语

全自动无人驾驶系统与传统人工驾驶系统相比, 具有高度系统集成度和自动化程度, 避免了由于人为误操作而出现的各项问题, 提高了列车的运营服务质量、舒适性、节能性, 降低了运营维护成本。虽然目前阶段完全实现无人值守全自动无人驾驶有一定的难度和挑战, 无人驾驶技术对于列车的安全性具有高度要求。随着行业技术水平和轨道列车系统不断完善, 所面临的问题将会逐步得到解决, 无人驾驶列车将成为未来轨道交通的必然选择, 乘客将能够体验到更好的轨道交通运输服务, 从而满足日益增涨的出行需求。

参考文献

- [1] 王向阳, 柴建华, 高晓菲. 城市轨道交通全自动无人驾驶系统与CBTC系统差异分析与探讨[J]. 铁路技术创新, 2019(05): 22-26.
- [2] 王寅. 我国城市轨道交通应用全自动无人驾驶系统的探讨[J]. 中国工程咨询, 2017(02): 21-22.
- [3] 金华. 城市轨道交通全自动无人驾驶信号系统功能分析[J]. 铁路计算机应用, 2014, 23(01): 61-64.
- [4] 王曰凡. 全自动无人驾驶系统——全新理念的城市轨道交通模式[J]. 城市轨道交通研究, 2006(08): 1-5.