

通信系统在高速公路智能化中的作用及未来发展趋势

罗方

云南省交通投资建设集团有限公司, 中国·云南 昆明 650032

摘要: 在当前科技飞速发展的大背景下, 智能化成为各个行业提升效率和优化服务的关键趋势。高速公路作为交通的重要组成部分, 在面对海量、高流动性与复杂多变的行车状况时, 智能化系统不仅能够极大地提高运行安全性, 还对降低交通拥堵、节能减排以及提升乘客体验有着不可或缺的作用。其中, 通信系统的先进技术和应用成为高速公路智能化转型的核心支柱。

关键词: 通信系统; 高速公路; 智能化; 未来发展

The Role and Future Development Trend of Communication Systems in the Intelligentization of Highways

Fang Luo

Yunnan Provincial Transportation Investment and Construction Group Co., Ltd., Kunming, Yunan, 650032, China

Abstract: Against the backdrop of rapid technological development, intelligence has become a key trend for various industries to improve efficiency and optimize services. As an important component of transportation, highways not only greatly improve operational safety in the face of massive, highly mobile, and complex driving conditions, but also play an indispensable role in reducing traffic congestion, energy conservation and emission reduction, and enhancing passenger experience. Among them, advanced technologies and applications of communication systems have become the core pillars of the intelligent transformation of highways.

Keywords: communication system; expressway; intelligentization; future development

0 前言

随着科技的飞速发展和数字化时代的到来, 智能化高速公路已经成为中国交通事业的重要组成部分。其中, 通信系统发挥着至关重要的作用。论文将探讨通信系统在高速公路智能化中的作用及其未来发展趋势。

1 通信系统在高速公路智能化中的发展现状

在高速公路通信系统的发展历程中, 最早是为了传输电话和收费业务而建设的。当时通信系统还不够完善, 简单地被称为传输网, 并且使用 PDH 或 SDH 制式来传输电话和收费数据。随着时代的进步, 以分组数据技术为基础的信息网络业务快速发展起来, 固定和移动宽带用户数量迅速增长。信息网络的内容也从简单的文字和语音逐渐扩展到多媒体图文、视频等形式, 这些因素推动了 IP 流量的快速增长, 其中视频流的增长尤为关键, 占据了 IP 流量增长的 62%。在这个趋势下, 高速公路传输网逐渐发展成为一种支持以太网接口的通信系统, 通过 EOS 或者分组平面来承载数据业务, 并且 MSTP 或者 MS-OTN 制式逐渐成为主流。

MSTP 是在 SDH 设备上增加以太网等业务的接入、处理和传送, 并提供统一网管的多业务节点。它的核心思想是将数据报文转换成 SDH 的格式进行传输, 以充分利用 SDH 技术的保护恢复能力和较小的延时性能, 并对网络业务支

撑层进行改造以适应多业务应用, 并实现对分组数据传送的支持。相比之下, MS-OTN 则更进一步, 它在 MSTP 的基础上增加了 MPLS-TP 协议和 OTN 平面, 能够进行二层交换和汇聚, 相当于集成了以太网交换机的 MSTP 设备。MS-OTN 融合了 TDM 和以太网的优点, 采用双平面传送模式, 在保证高安全级别业务安全性的同时提高了分组业务的传输效率。因此, MS-OTN 已经成为目前高速公路通信系统建设的主流制式。

未来几年的发展将在 MS-OTN 的基础上进一步增加技术特性, 例如引入 OSU 光切片技术。通过新增加一个 OSU 容器, 信号可以按照不同的颗粒度(从 2Mbps 到 100Gbps)进行拆分, 以满足多种业务接入和传输需求。光切片技术用于保证时序和低时延, 以实现高可靠的控制精度, 对于对低时延和高可靠性有较高要求的车路云协同等业务具有广泛的应用前景。总体而言, 未来高速公路通信系统将在 MS-OTN 的大框架下不断发展和完善。

2 通信系统在高速公路智能化中的作用

2.1 数据传输

在这个高度信息化的社会, 通信系统的功能与作用在日常生活的各个方面日益显现出重要的影响力。特别是在关乎国家基础设施的核心领域——高速路网的运行管理上, 通

信系统更是扮演着极其关键的角色。高速路的信息管理网络涵盖了广泛的功能模块,其中核心之一就是确保高速路上传输数据的速度、精度和可靠性,为整个路网的有效运作和优化管理提供数据支持。从本质上讲,通信系统的主要职责在于实现实时数据的高效传输。它需要能够即时接收从各种传感器、监控设备以及车辆本身所发射出的信息。这些信息包含了但不限于以下内容:各点车辆的速度、密集程度(交通流量)、路面状况的感知反馈等,所有数据都直接与路网的安全性、顺畅性、资源利用效率和用户体验有关。

具体来说,对于每条进入系统的数据,通信系统均采用高速率传输标准,确保数据能够在极短的时间内被采集与处理,并迅速送达管理中心。这一实时数据流动的过程如同高速公路上的血液,为决策层输送着最即时的路况“脉象”,为接下来一系列策略与行动计划的开展提供了精准的参考和指引。例如,在遇到突发状况,如拥堵或事故,系统能够立即侦测到此类情况并立即通过预设的逻辑程序进行初步的应急处理指令,同时向相关部门发出警报并通知附近车辆改道以缓解通行压力。而在日常状态中,通过对实时数据的持续分析和模式识别,系统能够预测潜在问题、提出调整建议,并协助实现智能交通调度,优化车辆流通过路以减轻高峰期的流量负荷,提升整体运输效率^[1]。

2.2 实时监控

在现代道路交通系统当中,通信系统的角色显得尤为关键。通过运用最新的科技手段与高效的数据处理算法,它构建了一个无缝对接实时数据的桥梁,这无疑极大地增强了交通运输安全管理的力度,提升了道路的整体使用效率与行车体验。这种实时监测能力对于交通管理机构来说是无价之宝,因为它允许管理者随时了解道路上的状况。在具体实践中,通信系统的实时数据传递能力被用于全方位监控高速公路上的各项重要指标。车辆的速度数据帮助识别超速现象,及时进行警告并可能自动启动速度调整机制来减少危险驾驶行为的发生;交通流量的信息对于预测拥堵、规划最优通行路线有不可或缺的作用,尤其对于高流量时段的管理极为有效。更重要的是,对道路状况——如冰冻路面、沙尘暴或事故点的识别和定位,通信系统能提供精确的数据分析,这不仅是对驾驶员行驶状态的影响减小到了最低程度的直接体现,更是避免了不必要事故发生的关键因素。

当某一区域发生异常状况时,实时监测的数据系统能以最快的时间获取信息,并将此数据实时传送至中心指挥室,这为决策部门迅速采取行动提供了宝贵的时间窗口。例如,在突发事故现场,系统能自动激活相应的应急预案、紧急疏导交通流向,甚至在必要时通知救援队伍赶往事故现场,这一切都是基于通信系统快速准确地传递功能得以实现。这无疑在紧急事件处理方面提供了强大的辅助力量,极大缩短了事故影响扩散至整个高速公路网的可能性和时间线。更为有趣的是,在人工智能深度学习技术和机器学习算法的支持下,现代通信系统还可以根据累积数据形成规律模

式的自我更新与优化,不断优化预测模型与反应策略,为交通管理的长期稳健运营提供了有力的技术支持。无论是预测未来数分钟的道路流量、规划最佳行驶路线,还是预测特定条件下可能的事故概率等场景,现代通信系统都能在大量实时数据的基础上提供高准确性、实时性的支持,极大地提升了公路安全管理水平^[2]。

2.3 信息服务

在当前科技迅速发展的背景之下,通信系统对现代化交通体系的影响愈发凸显,成为保障道路安全、提高驾车效率的重要力量。随着 5G 网络的普及、大数据的飞速增长以及人工智能的应用日益深入,这些先进技术赋予了传统通信系统全新的活力与可能性,为驾驶者提供了前所未有的信息交流与共享体验。驾驶者从过去的仅依赖车载 CD 和纸张路书获得旅行信息的单一途径,转而拥有了多元化的互动渠道,包括智能导航系统、智能手机应用程序以及车辆内部的信息娱乐系统。这些渠道能够实时推送实时路况信息,使驾驶者能够即时了解到道路上的各种情况,包括拥堵、交通违规警告、施工预警甚至是交通事故警报等。实时信息的准确性大大提高了驾驶决策的时效性与可靠性,不仅能够有效避开拥堵,还能及时绕过事故地点,大大节约驾驶者的时间,提升其行车效率。

此外,实时天气预报也为驾驶提供了不可忽视的支持,尤其是在极端气候条件下,如大风、大雨或暴风雪来临之时,驾驶者可通过通信系统的提前预警及时调整行程计划或选择更安全的出行路线,预防因道路湿滑或其他自然因素导致的驾驶危险。天气信息的精准度和覆盖范围也进一步提高了交通的预知性和适应性。更值得注意的是,实时导航系统在引导用户高效到达目的地的同时,还在节能减排及社会责任履行中发挥作用。通过实时路径建议,智能系统鼓励采用更为经济高效的行驶方式与路线规划,比如选择车流量较小的线路或者考虑使用低碳出行方案,这样不仅能减少燃油消耗,也有利于减缓城市拥堵,对环境保护做出了实质性的贡献^[3]。

3 未来发展趋势

3.1 5G 技术的广泛应用与 V2X 技术的深度融合

随着 5G 技术的迅速普及,高速公路通信系统面临着前所未有的发展机遇。这项技术的广泛应用将推动交通基础设施向更加智能化和高效化的方向转型。同时,随着车路协同技术的快速发展,准自动驾驶和全自动驾驶的实现将成为可能,这促使 V2X 技术快速发展并与 5G 技术深度融合。

5G 网络所具备的超高速率使得数据传输变得更加迅速,从而实现实时监控和信息共享。例如,车辆和路边设备之间可以快速交换信息,提升行车安全性和效率。此外,5G 技术的高连接能力意味着更多的设备能够同时接入网络,形成一个庞大的智能交通系统。这个系统不仅包括汽车,还可以涵盖交通信号灯、监控摄像头、天气传感器等硬件设备。

通过这些互联设备,交通管理中心能够实时了解到道路状况、拥堵情况以及突发事件,从而进行有效的调度和应急响应,减少交通事故和拥堵现象,提高通行效率。低时延特性是 5G 技术的另一大优势,它使得车辆在行驶过程中能够快速获取周围环境的变化信息。例如,碰撞预警系统可以及时提醒司机潜在的危险,自动驾驶车辆则可以根据实时路况调整行驶策略,以确保安全行驶。这些技术的应用将提升高速公路的智能化水平,实现更科学、更灵活的交通管理^[5]。

V2X 领域包含汽车对汽车(V2V)、汽车对路侧设备(V2R)、汽车对基础设施(V2I)、汽车对行人(V2P)、汽车对机车(V2M)及汽车对公交车(V2T)六大类的数据传输任务。在高速公路场景应用时,这将对通信系统提出更高要求,需要承载更多高带宽、低时延的数据传输任务,而 5G 技术正好能够充分利用其在无线通信方面的优势,填补 V2X 领域的相关不足。

因此,在未来发展中,高速公路通信系统将 5G 技术和 V2X 领域密不可分。随着这两项技术的不断演进发展,高速公路通信系统将会出现更多创新应用,如智能停车、车联网、自动收费等,这不仅能提高出行效率,还能优化资源配置,推动绿色环保理念的落实,并推动现代交通朝着智慧交通的更高层次发展。

3.2 物联网技术的应用

物联网技术在高速公路通信系统中扮演着举足轻重的角色。借助物联网技术,我们能够实现对道路设施、车辆和驾驶者的全面监控与管理,从而大幅度提升道路安全性和管理效率。第一,通过在道路设施上部署各类传感器和监测设备,我们可以实现对道路状况的实时监控。例如,通过采集路面温度、湿度、结冰等数据,实现路况预警;通过监测交通流量,实现智能交通信号灯控制,优化交通流物度。第二,物联网技术也能够实现对车辆的远程监控与管理。通过为汽车搭载各类传感器,如碰撞传感器、胎压传感器等,以及配备车辆识别系统和导航系统,我们能够实现对车辆位置、状态、行驶轨迹等信息的实时获取与监控。这不仅有助于实现车辆远程监管,更能为驾驶者提供精准的导航、驾驶指引等服务,大幅改善驾驶体验^[4]。

除此之外,物联网技术还将赋能于驾驶者管理。通过在车内嵌入生理参数传感器,如心率、疲劳程度监测器等,可以实现对驾驶者状态的实时监测。一旦监测到驾驶者出现疲劳、分心驾驶等情况,系统将自动进行报警提示或建议休息,以提高驾驶安全性。

3.3 大数据和云计算的应用

大数据与云计算技术的结合为高速公路通信系统的数据处理和存储能力提供了强有力的支持。通过持续收集与分析来自各类传感器、摄像头和车辆的实时数据,交通管理部门能够获得更为详尽的洞察,以优化道路使用和提升整体交通效率。具体来说,云计算的弹性和可扩展性能够处理庞大数据集,使得分析过程变得高效而迅速。这种能力使得交通

流量监测、事故响应时间缩短以及交通信号优化均能够在瞬息万变的环境中快速反应。另外,通过对历史数据与实时数据进行交叉分析,可以识别出交通高峰时段、事故多发区域,以及驾驶行为模式。这些信息不仅有助于制定合理的交通管制策略,还能为城市规划者提供科学依据,改善道路基础设施及其设计布局。基于这些洞察,工作人员可以在高峰期调整信号灯时长、发布实时路况信息,以引导驾驶者选择最佳行驶路线,减少拥堵现象。

不仅如此,大数据还能够支持动态收费策略的实施。在不同的交通情况和时段,系统可以根据实时数据调整过路费,从而激励驾驶者在非高峰时段出行,进一步分散交通压力,这种灵活性使得交通管理更加智能化和人性化,道路利用率不断提高。

3.4 其他商业领域

未来,随着高速公路通信系统在基础设施承载能力方面的不断增强,在商业领域也将具有很好的拓展前景。例如,经营管理单位可获取相关业务牌照,承担省内、省域通信组网或专线租用等服务。此外,他们也可以扩大光缆使用范围,为电信运营商、铁塔公司、电网公司等单位提供光缆租用服务,并且提供代维保障配套服务。另外,他们还可以为高速公路沿线服务区、加油站等商户提供价格更实惠、费用更低的宽带服务,并承担网络建设任务等。

4 结语

作为“看不见”的高速公路,通信系统的未来将赋予交通运营新的生命力,日益成为交通强国建设的重要支柱。它不仅将提升交通效率和安全性,还将促进行业的数字化转型,推动智能交通、车联网等新兴业态的蓬勃发展。随着技术的不断进步,通信系统将为各种创新应用提供基础支持,融合物联网、大数据和人工智能等技术,催生出全新的产业形态,赋予市场更多元化的创新动能,为经济增长注入新的活力。

参考文献:

- [1] 许云鹤.浅析高速公路信息通信系统的建设与管理[J].价值工程,2019,38(28):51-52.
- [2] 黄晓滨.试论高速公路机电通信系统[J].人民交通,2019(8):69.
- [3] 郑志鹏.高速公路通信系统在收费及监控中的应用[J].数字通信世界,2019(8):225-226.
- [4] 邵刚.高速公路信息通信系统的建设与管理[J].网络安全技术与应用,2019(7):100-101.
- [5] 边际.5G及5G后无线通信系统中的非平稳信道建模研究[D].济南:山东大学,2019.

作者简介:罗方(1981-),男,中国湖南长沙人,硕士,高级工程师,从事高速公路收费、监控、通信系统、信息化建设、数字化转型等研究。