

物联网技术在高速公路机电智能化中的应用与探索

李桂荣

广西交通投资集团梧州高速公路运营有限公司, 广西 梧州 543000

[摘要] 物联网技术通过将传感器、网络和数据处理平台连接, 实现设备的智能感知与远程控制, 广泛应用于交通、医疗、制造等领域。在高速公路机电智能化中, 物联网显著提升了系统的自动化和信息化水平, 克服了传统系统的局限性和效率问题。通过物联网技术, 智能化收费、监控和交通流量管理等领域得以优化, 提升了道路运行效率和安全性。文章研究了物联网在高速公路机电智能化中的应用, 探讨其技术架构及实际效果, 旨在为高速公路智能化的进一步发展提供理论依据与实践经验。

[关键词] 物联网; 智能化; 高速公路; 交通管理; 系统优化

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15073

中图分类号: TP3

文献标识码: A

Application and Exploration on Internet of Things Technology in the Mechatronics Intelligence of Highways

LI Guirong

Guangxi Communications Investment Group Wuzhou Expressway Operation Co., Ltd., Wuzhou, Guangxi, 543000, China

Abstract: Internet of Things technology connects sensors, networks, and data processing platforms to achieve intelligent perception and remote control of devices, and is widely used in fields such as transportation, healthcare, and manufacturing. In the intelligentization of highway electromechanical systems, the Internet of Things has significantly improved the automation and informatization level of the system, overcoming the limitations and efficiency issues of traditional systems. Through Internet of Things technology, intelligent toll collection, monitoring, and traffic flow management have been optimized, improving road operation efficiency and safety. The article studies the application of the Internet of Things in the electromechanical intelligence of highways, explores its technical architecture and practical effects, aiming to provide theoretical basis and practical experience for the further development of highway intelligence.

Keywords: Internet of Things; intelligentization; highway; traffic control; system optimization

引言

物联网技术通过连接传感器、通信网络和数据平台, 实现设备智能感知与远程控制, 广泛应用于交通和智能城市等领域。高速公路机电系统涵盖收费、监控、信号控制等环节, 但仍面临系统集成度低和数据处理效率不足的问题。物联网的引入为智能化管理提供了新解决方案, 提升了系统效率和安全性。文章将探讨物联网在高速公路机电智能化中的应用潜力与技术架构, 分析其实际效果, 并展望未来发展与挑战。

1 物联网技术概述

1.1 物联网的基本构成与工作原理

物联网 (IoT, Internet of Things) 通过传感器和设备利用网络技术实现物理世界与数字世界的连接。其基本构成包括感知层、网络层和应用层。感知层由传感器和采集设备组成, 实时采集环境数据; 网络层通过无线通信技术将数据传输至远程服务器或云平台进行处理; 应用层根据处理结果提供决策支持与反馈信息。物联网的工作原理通过传感器采集数据, 并通过不同的通信技术 (如 LoRa、NB-IoT 等) 传输到网络中, 最后通过数据处理技术进行分析与输出^[1]。

1.2 物联网的核心技术

物联网的核心技术包括感知技术、网络技术和数据处理与云平台。

(1) 感知技术: 感知层依赖传感器 (如温湿度、红外、加速度、摄像头、GPS 等) 采集数据。随着技术进步, 传感器的精度、耐用性和响应速度得到显著提升, 广泛应用于高速公路上的车流量监控和道路状况监测等。

(2) 网络技术: 物联网设备之间的通信依赖于 Wi-Fi、蓝牙、ZigBee、LoRa、NB-IoT 等协议, 这些协议满足不同应用需求的传输速度、距离和功耗特性。NB-IoT 适合大范围低功耗设备连接, LoRa 适合长距离、低带宽场景。

(3) 数据处理与云平台: 物联网设备生成的海量数据需要高效的处理能力, 结合大数据分析和人工智能技术进行处理, 云平台提供强大的数据存储与分析能力, 支持全球范围内的物联网应用。

1.3 物联网技术的关键挑战

(1) 安全性与隐私问题: 物联网设备的广泛应用使数据传输和存储成为隐私泄露和网络攻击的潜在风险。通信加密、数据存储和严格的安全防护措施至关重要。

(2) 网络覆盖和通信稳定性: 物联网设备通常位于

户外或远离基站的环境,如何保证设备在复杂环境下稳定连接,尤其是高速公路等广阔区域,仍是技术瓶颈。

(3) 数据存储和处理能力:随着设备数量和数据量的增加,如何高效存储、处理和分析海量数据,尤其在高密度场景中,成为物联网面临的重大挑战。

物联网技术有巨大的应用潜力,特别是在智能交通和智慧城市等领域,能够推动相关行业朝着更高效、更智能的方向发展。

2 高速公路机电智能化系统概述

2.1 高速公路机电系统的构成

(1) 收费系统:主要包括自动收费与电子收费功能,通过车牌识别、ETC(电子不停车收费)等技术,实时进行收费处理。其核心功能是提高通行效率,减少人工收费的时间浪费,同时也保证了收费的透明性与准确性^[2]。

(2) 监控系统:采用视频监控、交通感知设备等技术,实时监控高速公路的交通流量、车速、车况等信息,及时发现交通事故或异常情况,保障道路安全。

(3) 交通信息发布系统:利用电子显示屏、广播、短信等方式向驾驶员提供实时的交通信息,包括路况、天气、事故、限速等,帮助司机及时调整行驶路线或速度。

(4) 智能交通信号控制系统:通过数据采集与分析,动态调节交通信号灯的控制策略,以优化交通流量,减少交通拥堵。

2.2 现有高速公路机电智能化系统的局限性

当前高速公路机电智能化系统虽然在一定程度上提高了交通管理效率,但仍存在以下局限性:

(1) 传统系统的单一性与自动化水平低:大多数高速公路的机电系统功能较为单一,智能化程度较低。各个子系统之间的协同不够紧密,不能实现全面的动态调度和优化。

(2) 数据采集、传输与处理的效率与准确性问题:传统的交通监控系统和收费系统主要依赖人工或简单的自动化设备,数据采集的实时性和准确性较差。信息传输过程中的延迟与丢包问题,也影响了数据处理和响应效率。

2.3 高速公路机电智能化发展趋势

随着科技的进步和需求的提升,高速公路机电系统正向着智能化与自动化的方向发展:

(1) 智能化与自动化系统的融合:未来的高速公路机电系统将通过集成多种智能技术(如人工智能、物联网、大数据分析等),实现更加自动化和智能化的交通管理。例如,智能化的路况预测、自动化的车流量调节和智能收费等功能将更加普及。

(2) 基于物联网的智能交通管理系统的前景:物联网技术在高速公路上的应用将极大提升系统的智能化水平。传感器、摄像头、智能标志牌等设备将通过物联网网络连接,实现对道路状态、车流信息的实时监测与反馈,并通过数据分析和预测,动态调整交通信号和管理措施,

从而提高道路通行效率和安全性。

通过物联网与其他先进技术的融合,高速公路的机电系统将逐步迈向全面智能化、自动化的时代,提升交通管理的智能化水平,优化资源配置,推动智慧高速公路的发展。

3 物联网技术在高速公路机电智能化中的应用

3.1 智能交通监控系统的物联网应用

物联网技术在智能交通监控系统中的应用主要体现在实时监控与数据采集方面。通过在高速公路沿线布置各种传感器和摄像头,能够实时监控路面情况,收集交通流量、车速、道路状态等数据。这些数据通过无线通信网络传输至云平台进行处理和存储,为交通管理部门提供实时的交通状况信息。

物联网还可以实现智能化的交通流量监控与预测。利用大数据分析和人工智能技术,物联网可以对交通流量进行实时分析,并根据历史数据与实时信息预测未来的交通状况。这使得管理部门能够提前做出响应,避免交通堵塞或事故发生,提升道路运行效率^[3]。

3.2 智能收费系统的物联网应用

基于物联网技术的智能收费系统在提升电子收费管理和调度效率方面发挥了重要作用。该系统通过实时监控各个收费站的运行状态,能够动态调整收费通道的开放数量与分配,以适应不同流量需求。尤其在交通高峰时段,系统可以自动识别交通状况,优化通道配置,确保车流畅通无阻,避免因收费站通道不足而导致的车辆排队和拥堵问题。此外,物联网技术的应用还使得系统能够通过远程控制 and 自动化管理,减少人工干预,提高收费效率与准确性。这种智能化的管理方式不仅提升了交通流畅性,也有效提高了收费站的运营效率和服务质量。

3.3 智能交通信号控制与交通流量优化

物联网技术还广泛应用于智能交通信号控制与交通流量优化。通过传感器和摄像头,物联网能够实时收集道路交通流量、车速等信息,并将这些数据传输至交通管理平台。通过大数据分析,系统能够对交通流量进行准确评估,预测交通需求,并根据道路使用情况动态调整信号灯周期,实现更高效的交通流量管理。

基于物联网的动态交通信号控制与智能调度可以显著提高交通系统的响应速度。系统可以根据实时路况自动调整交通信号的时间,减少交通拥堵并提高道路通行效率。此外,通过物联网设备的实时监控,交通管理中心可以对交通事件进行及时响应,采取相应措施来疏导交通,保障行车安全。

4 物联网技术在高速公路机电智能化中的实际案例

案例一:某地区智能化高速公路收费系统

某地区智能化高速公路收费系统采用了物联网技术,通过部署智能感应设备、实时监控系统和自动化调度平台,实现了高速公路收费管理的智能化升级。该系统通过传感器和摄像头实时采集路面交通数据,并将这些数据上传至中央

处理系统。系统能够根据实时流量数据,动态调整收费通道的开放数量,优化车道分配,确保高峰时段的通行效率。

同时,物联网技术还帮助实现了无人工干预的自动收费,车辆经过收费站时,系统通过车载设备与收费站间的无线通信自动完成费用结算,减少了人工操作的误差和时间消耗。该系统还具备异常状况自动报警功能,当出现故障或交通异常时,系统会及时通知相关人员进行处理,确保了收费站的平稳运行。通过这一智能化系统,某地区的高速公路在提高通行效率的同时,也大幅度降低了人工成本和运营风险^[4]。

案例二:智能交通监控系统的应用

系统架构与数据采集方式:某高速公路的智能交通监控系统通过布置道路传感器、摄像头以及无人机等设备,实时监测高速公路上的车速、车流量、路况信息。所有设备通过无线网络将采集到的数据传输到中央监控平台。

物联网带来的监控效率提升与交通安全保障:该系统能够实时收集高速公路上每个车道的流量和速度数据,并通过大数据分析,发现潜在的交通事故隐患或路况变化。物联网技术使得监控数据采集更加精准,实时反映道路情况,有效提高了对交通事故、紧急情况响应速度,显著提升了交通安全性。

案例三:交通流量优化与信号控制系统的物联网应用

基于物联网的实时流量监测与优化控制:在某繁忙高速公路段,部署了基于物联网的交通流量监测与信号控制系统。通过布置车辆检测器、摄像头和传感器,实时监测道路上车辆的流动情况。数据被传输到交通管理平台进行处理后,平台依据实时数据,对交通流量进行预测,并调整高速公路的通行策略。

案例中的成果与经验总结:该系统有效减少了高峰时段的交通拥堵,避免了交通堵塞的发生。通过数据分析,物联网技术的应用让交通管理更加智能化和精确化,为提升高速公路的整体运行效率和安全性提供了坚实的技术支持。经验表明,物联网技术的应用使交通流量管理更加智能化,减少了交通瓶颈,提高了整个系统的效率和安全性。

这些案例展示了物联网技术在高速公路机电智能化中的成功应用,证明了物联网可以在提高交通效率、保障安全、优化资源配置等方面发挥重要作用,为未来更多高速公路智能化项目提供了宝贵的经验。

5 物联网技术在高速公路机电智能化中面临的挑战与发展前景

5.1 技术挑战

在高速公路机电智能化系统中,物联网技术的应用面临着多个技术挑战。首先是高速公路网络环境下的通信稳定性与覆盖问题。由于高速公路通常跨越广阔的区域,传统的通信网络可能无法满足高速移动中的设备连接需求。因此,如何确保物联网设备在复杂的网络环境中保持稳定

的连接与数据传输,是一大挑战。

其次,数据处理与存储的挑战也不容忽视。高速公路上的传感器、监控设备会产生海量的实时数据,尤其在大规模数据分析应用中,如何高效地存储、处理与分析这些数据,避免系统延迟或崩溃,是目前技术发展的瓶颈之一^[6]。

5.2 安全性与隐私问题

物联网在高速公路中的应用也带来了安全性与隐私问题。大量的实时数据传输和设备互联增加了网络攻击的风险。黑客可能通过攻击交通监控系统或收费系统篡改数据或造成系统瘫痪。因此,确保数据的安全性与隐私保护成为一个关键问题。加密通信、身份验证、访问控制等技术需要得到进一步加强,以防止敏感信息泄露和恶意攻击。

5.3 未来发展趋势与展望

未来,高速公路机电系统将向全面智能化发展,集成更多智能化功能,如自动驾驶车辆的接入、智能路况预测与动态调整等。物联网与5G的结合将进一步提升数据传输速度与网络容量,为高速公路智能化提供更强大的支持。与此同时,人工智能将在交通流量预测、事故检测等方面发挥重要作用,实现更加精准和高效的管理。

政策支持与市场需求也将推动技术创新。随着政府对智能交通和智慧城市的的支持不断加强,物联网技术将在高速公路机电系统中得到更加广泛的应用,助力交通管理的现代化与智能化。

6 结语

物联网技术在高速公路机电智能化中的应用取得了显著成效,提升了系统的自动化、智能化和效率。通过实时监控、智能收费和交通流量优化,物联网有效地提高了高速公路的运行效率,降低了管理成本,并增强了交通安全性。未来,随着5G、人工智能等技术的深度融合,物联网将在高速公路机电智能化中迎来更广泛的创新性发展,推动高速公路向全面智能化、自动化迈进,进一步提升交通管理的智能化水平和道路使用安全性。

[参考文献]

- [1]宋洪.试分析物联网技术在高速公路隧道机电设备维护管理中的应用[J].居舍,2020(28):65-66.
 - [2]张璇.高速公路机电管理系统中物联网技术的应用研究[J].交通世界,2022(7):125-126.
 - [3]杨玉涛.基于物联网技术的高速公路机电智能化管控系统研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2022,21(2):19-22.
 - [4]柯永雄.物联网支持下的高速公路机电智能化管控系统应用[J].设备管理与维修,2023(20):135-136.
 - [5]洪春媛.物联网技术在高速公路机电系统建设中的应用[J].交通科技与管理,2024,5(3):192-194.
- 作者简介:李桂荣(1993.8—),男,广西交通投资集团梧州高速公路运营有限公司,广西苍梧县。