

基于物联网的智能交通管理系统架构设计

杨 锐

云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650011

摘 要：随着城市化加速与机动车数量激增，交通拥堵、事故频发等问题凸显，传统交通管理模式难以满足发展需求。物联网技术为智能交通管理提供新方案，可全面感知、高效传输与智能分析交通要素。本文结合物联网特性开展系统架构设计研究，经需求分析明确功能、性能及安全要求，构建“感知-网络-平台-应用”四层架构，细化各层子系统与功能模块。此架构可实现交通流监测等核心功能，提升管理智能化水平，为智能交通系统建设提供支撑。

关键词：物联网；智能交通管理；系统架构设计

引言：在城市化与信息化深度融合之际，机动车保有量不断攀升，交通出行需求和管理能力间的矛盾愈发突出。传统交通管理靠人工巡检与固定监测，有监测范围窄、响应慢、调度效率低等不足，难以应对复杂交通场景，致使拥堵、事故处置不及时等问题频发，影响出行体验，还造成能源浪费与环境压力。物联网技术融合多种技术，能实现“万物互联”，为交通要素全面感知与智能管控创造条件，设计相关系统架构意义重大。

1 物联网技术概述

物联网技术是一种通过传感器、射频识别、无线通信、大数据、人工智能等技术，实现物品与物品、物品与人、人与网络之间全面互联，完成信息采集、传输、分析与应用的综合性技术体系。其核心特征表现为全面感知、可靠传输、智能处理，三者协同作用构成物联网技术的完整架构。全面感知是物联网的基础，通过各类传感器、射频识别设备等终端，实时采集物理世界的各类信息，包括位置、状态、环境参数等，为后续数据处理提供支撑；可靠传输是核心纽带，依托无线局域网、移动通信网络、物联网专用网络等，将感知层采集的海量数据高效、安全地传输至数据处理平台，确保数据传输的实时性与完整性；智能处理是核心目标，通过大数据分析、人工智能算法等技术，对传输的海量数据进行整理、分析与挖掘，提取有价值信息，实现决策的智能化与自动化^[1]。在智能交通领域，物联网技术可实现交通车辆、道路设施、行人等交通要素的全面感知与互联，为智能交通管理系统的构建提供核心技术支撑，推动交通管理模式从“被动应对”向“主动预判”转变。

2 基于物联网的智能交通管理系统需求分析

2.1 功能需求

基于物联网的智能交通管理系统的功能需求围绕交通管理的核心目标展开，聚焦交通感知、调度、预警、服务

等关键环节，确保系统可满足现代化交通管理的多元化需求。一是交通流感知功能，可实时采集道路各路段的车流量、车速、车流密度等参数，精准掌握交通运行状态，为交通调度提供数据支撑；二是智能调度功能，根据交通流监测数据，自动调整交通信号灯时长，优化车辆通行路线，缓解交通拥堵，提升道路通行效率；三是事故预警与处置功能，实时监测道路交通事故、道路破损、交通违章等异常情况，快速发出预警信号，推送至管理人员与过往车辆，同时辅助管理人员制定处置方案，缩短事故处置时间；四是交通信息服务功能，向公众推送实时路况、交通预警、停车信息等内容，为群众出行提供参考；五是设备管理功能，对系统内所有感知设备、传输设备、终端设备进行实时监测，及时发现设备故障并发出检修预警，保障系统稳定运行。

2.2 性能需求

性能需求是保障系统稳定、高效运行的关键，结合物联网技术特性与交通管理场景需求，明确系统核心性能指标。一是实时性，感知层数据采集周期不超过10秒，数据传输延迟不超过5秒，确保交通流、事故等信息的实时更新，为快速调度与预警提供保障；二是可靠性，系统全年运行故障率不超过3%，单台设备平均无故障运行时间不低于8000小时，具备较强的抗干扰能力，可适应暴雨、高温、严寒等复杂天气环境；三是扩展性，系统架构需具备良好的可扩展性，可根据交通管理需求的变化，灵活增加功能模块、扩展监测范围，兼容新增的物联网设备与技术；四是数据处理能力，系统可同时处理不少于10万路感知终端的数据，支持海量数据的存储、分析与挖掘，数据处理准确率不低于95%，确保数据的有效性与可用性^[2]。

2.3 安全需求

安全需求是系统稳定运行的重要保障，涵盖数据安

全、设备安全、网络安全三个核心层面。数据安全方面,需对采集的交通数据、用户信息等进行加密处理,采用对称加密与非对称加密相结合的方式,防止数据泄露、篡改与伪造;建立数据备份与恢复机制,定期对数据进行备份,确保数据丢失后可快速恢复,保障数据完整性;明确数据访问权限,实行分级授权管理,防止未授权人员访问敏感数据。设备安全方面,对系统内所有物联网终端设备进行安全认证,防止非法设备接入系统;定期对设备进行安全检测与固件更新,修复安全漏洞,提升设备抗攻击能力。网络安全方面,构建安全的网络传输环境,采用防火墙、入侵检测系统等网络安全设备,防止网络攻击、病毒入侵等安全隐患;加强网络流量监测,及时发现异常网络行为并进行拦截,保障网络传输的安全性与稳定性。

3 基于物联网的智能交通管理系统总体架构设计

3.1 系统设计原则

基于物联网的智能交通管理系统架构设计遵循“实用性、可靠性、智能化、扩展性、安全性”五大核心原则,确保系统架构科学合理、贴合实际需求。实用性原则,立足当前交通管理痛点,聚焦核心功能需求,设计简洁、高效的系统架构,确保系统可快速落地应用,提升交通管理效率;可靠性原则,选用成熟、稳定的物联网技术与设备,优化系统架构,降低系统运行故障风险,确保系统长期稳定运行;智能化原则,融入大数据、人工智能等技术,实现交通数据的智能分析、决策与调度,推动交通管理向智能化、自动化转变;扩展性原则,采用模块化、分层化的设计思路,预留接口,方便后续功能扩展与技术升级,适应交通管理需求的动态变化;安全性原则,将安全设计贯穿系统架构设计全过程,强化数据、设备、网络安全防护,保障系统与数据安全。

3.2 系统总体架构概述

结合物联网技术架构与智能交通管理需求,构建“感知层-网络层-平台层-应用层”四层总体架构,各层相互独立、协同联动,形成完整的智能交通管理体系。感知层作为系统的“眼睛”与“耳朵”,负责交通要素的全面感知与数据采集,是系统数据的来源;网络层作为系统的“神经中枢”,负责将感知层采集的海量数据高效、安全地传输至平台层,实现数据的互联互通;平台层作为系统的“大脑”,负责数据的存储、分析、处理与挖掘,为应用层提供数据支撑与技术服务;应用层作为系统的“终端呈现”,基于平台层的数据与技术支持,实现各类智能交通管理应用功能,为管理人员与公众提供服务^[3]。四层架构分工明确、衔接紧密,确保系统可实现交通要素全

面感知、数据高效传输、智能分析处理、精准应用服务的全流程闭环管理。

3.3 系统功能模块划分

基于系统总体架构与需求分析,将智能交通管理系统划分为六大核心功能模块,各模块协同工作,实现系统整体功能。一是感知采集模块,隶属于感知层,负责交通流、车辆、道路、行人等交通要素的信息采集,涵盖传感器采集、射频识别采集等方式;二是数据传输模块,隶属于网络层,负责感知数据的传输与转发,支持多种通信方式的切换与兼容;三是数据处理模块,隶属于平台层,负责数据的清洗、整合、分析与挖掘,提取有价值信息,生成决策指令;四是智能调度模块,隶属于应用层,根据数据处理结果,实现交通信号灯调度、车辆路线优化等功能;五是预警处置模块,隶属于应用层,负责交通异常情况的监测、预警与处置,辅助管理人员开展应急工作;六是设备管理与运维模块,跨平台层与应用层,负责系统内所有设备的监测、维护与管理,保障系统稳定运行。各功能模块采用模块化设计,可独立运行、灵活扩展,提升系统的可维护性与扩展性。

4 基于物联网的智能交通管理系统子系统架构设计

4.1 感知层子系统架构设计

感知层子系统是系统数据采集的核心,架构设计聚焦全面感知、精准采集、稳定运行,主要由感知终端、数据采集网关两部分组成。感知终端采用多元化布局,根据交通管理需求,在道路交叉口、路段中间、停车场、人行道等关键位置部署各类物联网感知设备,包括交通流传感器、车速传感器、视频监控摄像头、射频识别读卡器、路况监测传感器等。交通流传感器与车速传感器实时采集路段车流量、车速等参数;视频监控摄像头实现道路场景的实时监控,识别交通违章、事故等异常情况;射频识别读卡器用于车辆身份识别,支撑停车场管理、toll收费等功能;路况监测传感器监测路面破损、积水、结冰等路况信息。数据采集网关负责将各类感知终端采集的分散数据进行汇总、预处理,转换为统一的数据格式,过滤无效数据,确保数据质量,再通过网络层传输至平台层,同时具备设备状态监测、数据缓存等功能,避免网络中断导致的数据丢失。

4.2 网络层子系统架构设计

网络层子系统负责数据的高效、安全传输,架构设计采用“多元化通信融合”的思路,整合多种通信技术,构建覆盖广、速度快、可靠性高的通信网络,主要由骨干网络、接入网络、网络安全设备三部分组成。接入网络采用多种通信方式协同,针对不同感知终端的需求,选

用合适的通信技术：近距离感知终端采用无线局域网、蓝牙等通信方式，传输距离短、功耗低；远距离感知终端采用4G/5G移动通信网络、窄带物联网等通信方式，覆盖范围广、传输稳定，可满足海量终端的数据传输需求^[4]。骨干网络采用光纤通信网络，传输速度快、带宽大、抗干扰能力强，负责将接入网络传输的数据汇总后，高效传输至平台层。网络安全设备包括防火墙、入侵检测系统、数据加密设备等，部署在网络入口与各通信节点，防范网络攻击、数据泄露等安全隐患，保障数据传输的安全性与稳定性，同时具备网络流量监测、负载均衡等功能，优化网络传输效率。

4.3 平台层子系统架构设计

平台层子系统是系统的核心数据处理与支撑中心，架构设计聚焦数据整合、智能分析、高效服务，采用“云平台”架构，主要由数据存储模块、数据处理模块、API接口模块、安全管理模块四部分组成。数据存储模块采用“分布式存储”方式，整合关系型数据库与非关系型数据库，分别存储结构化数据与非结构化数据，可实现海量交通数据的安全存储与快速检索，支持数据备份与恢复功能，保障数据完整性。数据处理模块是平台层的核心，融入大数据分析、人工智能算法等技术，对采集的交通数据进行清洗、整合、分析与挖掘，包括交通流预测、事故识别、违章判断等，生成精准的数据分析结果与决策指令，为应用层提供数据支撑。API接口模块负责提供标准化的接口，实现平台层与感知层、应用层的互联互通，支持功能模块的灵活对接与扩展。安全管理模块负责平台层的安全防护，包括数据加密、访问控制、安全审计等功能，保障平台稳定安全运行。

4.4 应用层子系统架构设计

应用层子系统是系统功能的终端呈现，架构设计聚焦实用、便捷、高效，基于平台层的数据与技术支撑，面向不同用户群体，划分三大应用模块，实现多元化智能交通管理服务。一是交通管理应用模块，面向交通管理

人员，提供交通流监测、智能调度、事故预警与处置、交通违章查处等功能，管理人员可通过终端平台实时查看交通运行状态，接收预警信息，下达调度指令，提升交通管理效率；二是公众服务应用模块，面向广大群众，通过手机APP、微信公众号、roadside显示屏等终端，推送实时路况、交通预警、停车信息、出行路线规划等服务，为群众出行提供便捷参考，提升出行体验；三是设备运维应用模块，面向系统运维人员，提供设备状态监测、故障预警、检修管理等功能，运维人员可实时掌握设备运行状态，及时处理设备故障，保障系统稳定运行^[5]。各应用模块采用模块化设计，可根据用户需求灵活调整与扩展，提升系统的实用性与适用性。

结束语

基于物联网的智能交通管理系统架构设计，是破解传统交通管理难题、推动智能化升级的关键举措。本文结合物联网特性，经系统需求分析明确功能、性能及安全要求，构建“感知-网络-平台-应用”四层架构，细化各层子系统与功能模块，实现交通要素全感知、数据高效传输、智能分析处理及应用服务全流程覆盖。该架构贴合现代交通管理需求，具实用、可靠、智能等特点，能提升管理精细化水平。未来结合新兴技术优化，可推动系统向高效绿色发展，助力城市交通高质量发展。

参考文献

- [1]高艺博,张永芳.基于物联网与SDN的智能交通管理系统设计[J].通信电源技术,2023,40(14):37-39.
- [2]史国剑,荣奎楨.基于物联网的交通运输管理系统设计[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2024,42(9):133-136.
- [3]黄祖春.基于物联网技术的交通信号灯智能控制系统设计[J].中国公共安全,2024(1):133-135.
- [4]冉启锋.基于云计算的城市智能交通系统设计探讨[J].中国宽带,2025,21(9):145-147.
- [5]阳辉,李秀平,黄威.基于物联网技术的公路交通安全设施检测系统设计[J].交通世界,2025(13):2-4,11.