

基于车联网技术的智能高速公路交通管理系统研究

陈涌

四川耀霖交通工程有限公司, 四川省成都市, 610000;

摘要: 随着高速公路智能化的发展, 我国高速公路的交通管理系统也在逐步发展。以车联网技术为基础, 以多源数据融合与智能决策为支撑, 对高速公路交通管理系统进行优化与升级。在此基础上, 结合车路协同技术, 对基于车联网技术的智能高速公路交通管理系统进行设计与开发, 以提高交通管理系统的智能化水平, 实现高速公路交通流的实时监测与分析、交通控制、协同决策等功能, 同时通过动态信息发布与导航服务进一步提高高速公路的管理效率和安全性。本研究为高速公路交通管理系统的设计提供了一种新思路和新方法, 为相关技术开发及应用提供参考。

关键词: 车联网技术; 智能高速公路; 交通管理系统

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 10. 024

引言

高速公路作为交通基础设施, 其交通管理系统的智能化发展对于高速公路的安全、高效、环保运营至关重要。随着我国高速公路规模的扩大和车联网技术的快速发展, 智能高速公路已经成为高速公路发展的一个重要方向。本文以车联网技术为基础, 结合车路协同技术, 设计了基于车联网技术的智能高速公路交通管理系统, 实现了多源交通数据的实时感知、交通信息的实时传输、车辆行为分析等功能。同时, 通过基于车路协同的信息服务与交互平台实现动态信息发布、导航服务等功能, 为用户提供更加便捷高效的出行服务。

1 智能高速公路的系统架构与发展趋势

随着社会经济的发展, 交通需求不断增加, 高速公路的智能化建设也迫在眉睫。智能高速公路是以人、车、路为核心要素, 通过多源信息融合与智能决策支撑, 实现对高速公路交通流的实时监测与分析、智能交通控制、协同决策与事件预警等功能。其中, 车联网技术在交通管理中的应用是一个重要研究方向。当前, 车联网技术的发展也为交通管理系统的智能化提供了新思路, 比如基于车联网的数据采集设备与通信协议 (如 V2V/V2I/V2P 等), 以及基于车路协同的信息服务与交互平台 (如智能车载终端、车路协同服务器等)。本研究基于车联网技术, 设计了智能高速公路交通管理系统^[1]。

2 智能交通管理系统功能与组成

基于车联网技术的智能高速公路交通管理系统由车联网信息感知、采集、传输和服务四个子系统构成。

其中, 车联网信息感知子系统负责采集路网内车辆信息, 并将车辆信息传输到控制中心; 车辆信息采集子系统负责采集车辆运行状态及交通状态信息, 并将相关信息通过通信网络传输到控制中心负责控制交通流, 并利用所获得的交通流数据进行交通流量分析, 并利用多源交通数据融合算法实现对路网中车流的协调控制; 用户服务子系统则通过动态信息发布与导航服务, 为用户提供个性化、智能化的出行服务。

3 车联网环境下的高速公路交通信息采集与传输

3.1 数据采集设备与通信协议 (传感器、OBU、RSU 等)

基于车联网技术的高速公路交通信息采集系统中, 数据采集设备的性能是至关重要的, 它直接影响了系统的实际应用效果。数据采集设备通常包括传感器、OBU、RSU 等, 它们根据不同的功能进行了分类。一般来讲, 传感器主要是用来获取高速公路路面环境信息, 例如温度、湿度、降雨量等; OBU 主要是用来获取车辆信息, 例如车牌识别、车辆身份识别、车道占用检测等; RSU 主要用来采集高速公路交通数据, 例如车辆信息、交通流量信息、天气状况信息等。随着数据采集设备的性能不断提升, 其功能也越来越强大, 从而为实现高速公路交通管理系统提供了重要保障^[2]。

3.2 交通信息感知与多源数据融合

根据多源数据融合的研究内容, 可以将多源数据融合分为两种: 一种是基于单一数据源的数据融合, 另一种是多个数据源的数据融合。基于单一数据源的多源数

据融合,是指利用传感器直接采集到的交通信息与其他外部环境信息,对交通状况进行实时监测和分析。而基于多个数据源的多源数据融合,是指通过某种方式(如传感器、通信协议、数据库等)将其他来源的交通信息整合到一起,再经过一定的处理后得到对交通状况更为全面和准确的描述。因此,基于多个数据源的多源信息融合在智能高速公路交通管理中有着非常重要的意义,并且能够更好地满足用户需求^[3]。

3.3 高速公路车联网通信架构设计

基于车联网技术的智能高速公路交通管理系统,通信架构的设计直接影响了系统的性能和整体性能。通常情况下,通信架构主要包括核心层、网络层和应用层。其中,核心层包括车联网控制中心、车载终端及相关通信协议;网络层主要包括车辆网通信(V2V、V2I、V2P)、车联网接入通信(V2I/V2P等)及应用层(如动态信息发布与导航服务等);应用层主要包括用户交互平台,如地图服务、电子地图等。因此,设计科学合理的高速公路车联网通信架构对整个系统的性能和效果都有着重要影响,只有保障了各层次的功能才能更好地实现系统的需求。

3.4 数据安全性与隐私保护机制

为确保车辆间数据传输的安全和用户信息隐私保护,基于车联网技术的高速公路交通管理系统需设计数据安全性与隐私保护机制,将高速公路交通数据分为数据采集、数据传输和数据存储三个部分。采集设备负责车辆信息的采集和传输;传输设备负责将车辆信息的收集和传输;存储设备负责车辆信息的存储。在数据传输过程中,为了确保信息传输安全,采用无线通信技术,利用密码学技术、身份认证技术、数字签名等保证数据在传输过程中不被非法篡改或窃取;为避免车联网平台遭到攻击,需要采用云安全技术,对信息进行加密处理^[4]。

4 智能高速公路交通管理系统设计

4.1 系统总体架构与功能模块

智能高速公路交通管理系统通过车联网实现与高速公路道路交通控制和管理无缝对接,同时实现与高速公路运营管理、交通安全、综合指挥调度等应用系统的数据共享。整个系统以高速公路为载体,在车联网支持下,采用先进的物联网技术对高速公路上的车辆进行实时动态监测与分析,实现对交通流数据的实时采集与分析,对道路通行状况进行实时评估,并根据实时评估

结果进行系统智能决策和协同管理,同时,通过信息服务平台向公众提供交通信息服务。

4.2 车联网支持下的交通流监测与分析

(1) 车辆自动识别。在高速公路入口设置车辆自动识别系统,通过车辆自动识别系统对进入高速公路的车辆进行身份识别,并将车辆信息上传至后台数据库。

(2) 实时交通流量分析。利用先进的物联网技术对高速公路上的车辆进行实时监测,可以直观地反映高速公路上交通流量的变化趋势,进而对高速公路上的交通流量进行实时分析。同时,基于交通流量统计数据可以对道路交通运行状态进行评估,可以及时发现道路拥堵情况和道路瓶颈问题,并根据交通流特点和路网状况提出优化措施。此外,还可以利用监测数据对拥堵路段或拥堵区域进行预警,并根据需要给出相应的处置方案。

4.3 智能交通控制

车辆运行状态信息:通过车联网实时采集到车辆的速度、位置等信息,并将其转换为数字信号传输至信息服务平台。路况信息采集:通过车联网对实时路况信息的采集,将数据传输至交通管理平台。车辆限速控制:根据获取到的实时路况信息,结合当地道路交通状况,控制交通流在各个车道上的行驶速度,从而达到控制整个路网中车辆行驶速度的目的。车辆排队长度控制:根据实时采集到的路段拥堵情况,以及相关路段内的排队长度,结合车辆的最大通行能力以及当地道路交通状况,控制整个路段上车辆通行速度。车道管理:根据检测到的车流量信息,进行车道的调整或关闭。

4.4 协同决策与事件预警机制

(1) 智能交通控制系统根据交通流信息,可在安全的前提下,实时调整局部路段的车辆通行状态。通过交通仿真分析与历史数据分析,给出最佳控制策略,实现对交通流的实时优化控制。(2) 基于车联网的智能交通管理系统可在各种突发事件发生时,自动判断并实施事件应急处理,减少损失。(3) 当发生交通事故时,利用车联网的感知、传输、定位等能力,可将事故现场的视频及图片实时传输至后方管理中心进行远程处理,从而降低事故造成的损失。(4) 当出现交通拥堵时,利用车联网的信息采集、分析与决策能力,可将拥堵情况及时通知相关部门进行处理。

4.5 信息服务与交互平台设计

智能高速公路交通管理系统的信息服务平台是以

交通流状态监测与评估为基础,面向交通参与者提供动态信息服务的信息发布、导航等应用系统。该系统的建设将进一步提高交通运行管理的科学化、信息化、智能化水平,在推动公路信息化建设方面发挥积极作用。同时,通过该系统可以为公众提供多种形式的实时路况信息以及各种天气信息服务,方便公众出行;并对拥堵路段及危险路段进行预警,引导公众合理出行;同时还可以向政府主管部门提供各种交通数据信息服务,为政府主管部门进行科学决策提供有力的数据支持。

5 系统实现与应用案例分析

5.1 系统实现方案与关键技术实现

基于车联网的智能高速公路交通管理系统,需要考虑车辆与道路资源、车辆与驾驶人的需求,综合考虑车辆交通特性、路网特征和通行需求,以及城市交通管理模式和法规政策的约束,制定出有针对性的系统实施方案。由于在城市道路中,不同类型的车辆使用不同类型的道路资源,如电动汽车、燃油汽车、低速载货汽车等,对道路资源和通行能力要求也不相同,而传统的基于规则的交通管理模式难以满足这些不同类型车辆的需求。因此,在设计系统时要充分考虑各类型车辆交通特性和管理需求,以及车辆与道路资源、车辆与驾驶人的需求。

5.2 典型高速公路场景选取与部署方案

基于车联网的智能高速公路交通管理系统,应充分考虑不同类型车辆的交通特性和通行需求,结合路网特征、道路资源和通行能力,制定出有针对性的系统实施方案。本文选取高速公路典型场景,将车辆分为客车、货车、出租车和摩托车 4 类。在方案设计时,充分考虑车辆类型特性和路网特征,以及车辆与道路资源、车辆与驾驶人的需求。因此,需要在路网中部署相应的应用系统,并进行系统部署方案设计。

5.3 车联网应用下的管理效果评估

(1) 在路网交通流预测的基础上,根据车联网信息,预测道路通行能力,可以提高路网整体运行效率;
(2) 通过对车辆在不同时间、不同路段、不同车道上的分布情况进行分析,可以降低交通事故的发生率,减少车辆排队长度,提高道路通行能力;(3) 利用车联网信息的共享,可以优化路网交通流信息,在路网上实现交通控制的提前干预;(4) 车辆在行驶过程中,通过车联网信息的共享和分析,可以预测驾驶员驾驶行为

和意图,提高驾驶安全性;(5) 通过对车联网信息的分析处理和分析结果反馈,可以优化车辆通行路径、减少道路拥堵、提高交通效率。基于车联网的智能高速公路交通管理系统,通过车联网信息的共享和分析,可以预测出不同类型车辆的交通特性和通行需求,在路网上实现交通控制的提前干预,提高道路通行能力,减少车辆排队长度,优化车辆通行路径,提高交通效率;通过对车联网信息的分析处理和分析结果反馈,可以预测驾驶员驾驶行为和意图,提高驾驶安全性;通过对车联网信息的分析处理和分析结果反馈,可以优化车辆通行路径、减少道路拥堵、提高交通效率。基于车联网的智能高速公路交通管理系统具有良好的应用前景,对于提升城市道路通行能力、减少道路拥堵、提高交通效率具有重要作用^[5]。

6 结语

本文研究了基于车联网的智能高速公路交通管理系统,研究了系统的总体架构、功能模块和关键技术,分析了系统部署方案及应用效果。本系统采用先进的车联网技术,实现对高速公路交通流数据的实时采集与分析,并利用车联网平台对高速公路上的车辆进行智能管控,提供动态信息服务。本系统可在交通控制、交通安全、综合指挥调度等领域发挥重要作用,可以提高道路通行能力、减少拥堵、降低事故发生率,同时也可可为公众提供多种形式的实时路况信息以及各种天气信息服务,方便公众出行;并可对拥堵路段或拥堵区域进行预警,引导公众合理出行。

参考文献

- [1] 武晓博, 龚兴涛, 杨皓元. 基于车联网技术的高速公路智能车路协同系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(12): 20-24.
- [2] 李振宇. 高速公路收费系统智能化升级关键技术分析[J]. 智慧中国, 2025, (08): 102-103.
- [3] 徐振兴, 于桂江, 唐文涛, 等. 智能传感器在高速公路路面病害数字化监测中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (08): 175-177.
- [4] 樊健周. 高速公路机电工程问题检测及预防[J]. 中国交通信息化, 2025, (08): 35-37.
- [5] 程国柱, 路程程, 方丽庄, 等. 高速公路 CAV 专用车道出口换道意图识别与博弈决策模型[J/OL]. 哈尔滨工业大学学报, 1-12[2025-09-10].