

城市客车智能调度系统的设计与实现

谭佩琦^{1,2}, 黄政祥^{1,2}, 李祥^{1,2}, 罗思^{1,2}

(1. 长沙中车智驭新能源科技有限公司, 长沙 410083;

2. 中车时代电动汽车股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:提出构建城市客车智能调度系统的方案, 主要从业务框架、产品架构、功能框架和技术框架四个方面进行设计与实现。

关键词:城市客车; 智能调度系统; 设计与实现

中图分类号:U469.1; TP311.1 **文献标志码:**A **DOI:**10.15917/j.cnki.1006-3331.2025.03.007

Design and Implementation of an Intelligent Dispatching System for City Buses

TAN Peiqi^{1,2}, HUANG Zhengxiang^{1,2}, LI Xiang^{1,2}, LUO Si^{1,2}

(1. Changsha CRRC Intelligent Control and New Energy Technology Co., Ltd., Changsha 410083, China;

2. CRRC Times Electric Vehicle Co., Ltd., Zhuzhou 412007, China)

Abstract: The authors propose a design plan for building an intelligent dispatching system for city buses, which mainly focuses on four aspects: business framework, product architecture, functional framework, and technical framework for design and implementation.

Key words: city bus; intelligent dispatching system; design and implementation

随着物联网、大数据、人工智能等新技术的发展,越来越多的公交企业秉承着“乘客第一,服务至上”的理念,开始采用数字化方式进行管理和运营。这种方式不仅能提高公交企业的运行效率和市民出行效率,还能提升公交企业的品牌影响力并降低运营成本。其中,公交智能调度系统是公交企业实现数字化运营的有效载体之一。

1 系统架构

系统以车为中心,采用物联网、互联网、大数据等技术^[1],满足乘客、驾驶员、车辆、调度员多方信息协调服务的需求,让市民享受到更加便捷、安全、舒适的公共交通服务。

1.1 总体方案

本系统的总体方案分为应用层、功能层、服务层、数据层、设施层。其中,应用层通过 Web 端展示,主要依赖于超文本传输协议 (HyperText Transfer Proto-

col, HTTP)。当用户在浏览器中请求一个网页时,浏览器作为客户端通过 HTTP 协议向服务器发送浏览请求;功能层主要包含调度控制台、可视化大屏、消息公告、安全管理、监控信息、车辆排班、统计分析、基础数据、出行服务、系统管理模块;服务层主要包含地图服务、支付服务、车联网服务、账号与权限以及第三方平台 (API) 接口服务;数据层包含车辆调度设备数据、视频设备数据、DSM (主动安全驾驶异常报警, Driver State Monitoring) 数据、ADAS (Advanced Driving Assistance System) 数据、32 960 数据、电子牌数据;设施层由一体化智能调度主机、DSM、车内视频监控系 (图 1 中的摄像头)、客流设备仪、T-box (车联网系统中的智能车载终端设备,核心功能为车辆数据采集、远程通信及控制)、公交报站信息屏 6 种车载智能部件组成。车辆通过调度主机与云平台进行通信,其他设备通过 CAN 总线或 RS485 与调度主机连接进行数据透传。总体方案架构如图 1 所示。

收稿日期:2024-09-03。

第一作者:谭佩琦 (1996—),男,工程师,主要从事智慧公交平台及车载终端的研究工作。E-mail:tanpeiqi.cy@crrecg.cc。



图1 系统总体方案架构

1.2 技术框架

本智能公交调度系统将以车为中心,借助微服务架构构建底层基础能力,通过大数据即服务(Data as a Service, DAAS)、平台即服务(Platform as a Service, PAAS)为应用赋能。基于统一的发布平台 GitOps,系统以 Git(一种软件开发框架,本智能公交调度系统使用 Git 作为单一真实来源来管理基础设施和应用程序的配置)作为唯一可信的数据源,实现自动化部署,

使应用的部署和管理更加高效和可靠。通过 K8s 容器运行应用,K8s 能够提供弹性扩容、服务发现、负载均衡以及自动恢复等核心能力,确保系统应用在各种情况下都能够稳定运行。同时,通过监控报警平台,对应用的服务器资源、应用自身状态、关联组件及应用状态进行全方位、全天候的监控,以便及时发现和解决问题,为应用提供全方位的保障。系统的技术框架如图2所示。



图2 系统的技术框架

1.3 开发架构

本系统在开发模式上采用前后端分离的分层式开发架构,将界面、业务逻辑和数据分离,实现系统内部松耦合,以便灵活、快速地响应系统应用的需求。系统前端开发采用 Vue.js + HTML5,移动端安卓与 IOS 均采用 uni-app,其中 Vue 采用 2023 年发布的 3.3.4 版本;系统后端开发采用 Java 语言,JDK 版本采用 2021 年发布的 1.8 版本,后台服务进行微服务(基于 Spring Cloud)拆分。

1.3.1 系统前端框架

系统前端采用展示层和交互层的结构进行设计。

1) 展示层:系统平台通过 PC 端和移动端进行访问,PC 端采用 HTML5 技术,界面美观大方;移动端采用 uni-app 开发,适用于多种移动端平台(Android、IOS)。

2) 交互层:系统交互分为页面交互和数据交互。页面交互主要是组件和页面之间的交互动作及跳转,数据交互为服务端请求与响应。

1.3.2 系统后端框架

系统后端采用微服务框架,分为网关层、服务层和数据层。

1) 网关层:通过 Nginx(一个高性能的 HTTP 和反向代理 Web 服务器)进行南北向流量的转发,通过

Keepalived(一个用于实现服务器高可用性的软件,主要用于防止单点故障,确保服务的持续可用)保证 Nginx 的高可用。

2) 服务层:采用 Spring Boot(Spring 开源项目的一个子项目,是 Spring 组件的一站式解决方案,其目的是简化 Spring 应用的初始搭建和开发过程)作为后端的基础开发框架,采用 Spring Cloud(一个基于 Spring Boot 的分布式系统开发工具包,主要用于构建微服务架构)作为微服务治理框架;MyBatis(一款优秀的持久层框架,支持自定义 SQL、存储过程以及高级映射)作为与数据库进行数据交互的组件;Swagger(一个规范和完整的框架,用于生成、描述、调用和可视化 RESTful 风格的 Web 服务)作为前后端联调的 API 文档网页展示插件,FastJson(阿里巴巴的开源 JSON 解析库)进行数据序列化与反序列化。

3) 数据层:采用 MySQL(关系型数据库管理系统)作为基础数据的载体。

1.4 部署架构

系统部署使用云服务及 K8s 容器化方案。K8s 容器在自动化、可靠性、可扩展性、灵活性等方面的优势显著,可应对更高的容量和负载,并减轻后期运维压力和成本。系统部署架构如图 3 所示。

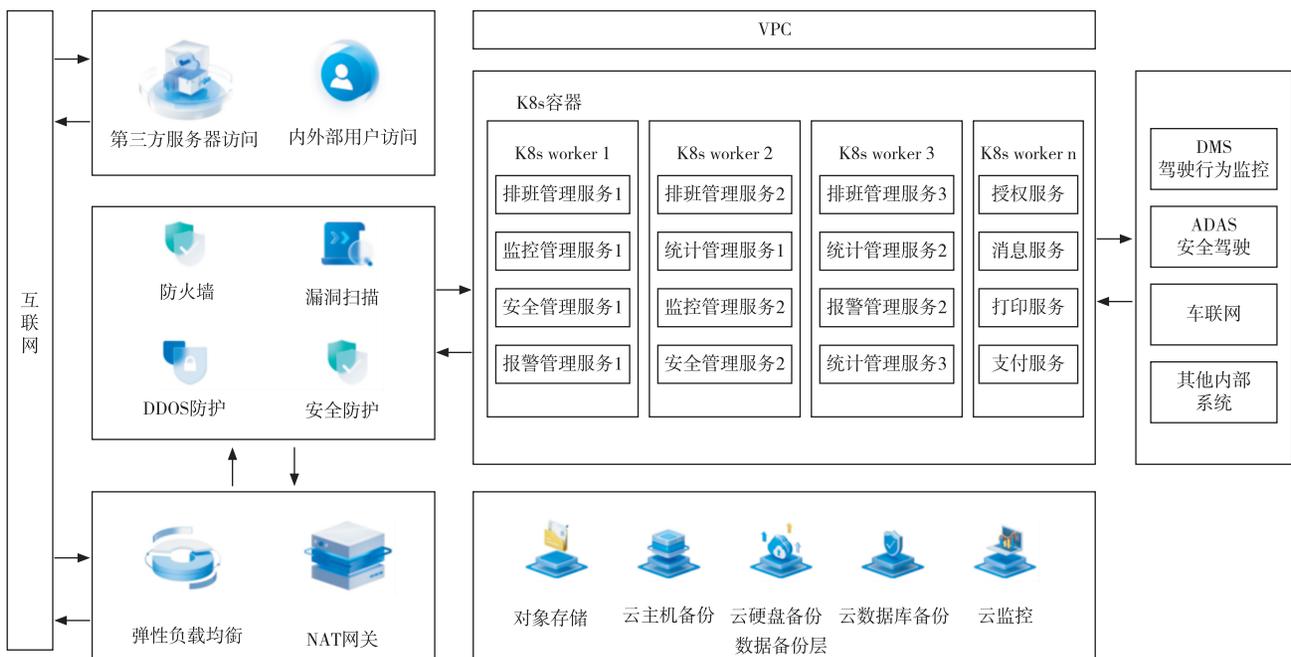


图 3 系统部署架构

2 功能设计

图1中功能层的设计如下。

2.1 调度控制台

1) 车辆状态实时监测。实时掌握车辆的位置、速度、行驶方向等信息,通过数据和地图展示,可以清晰地判断车辆是否正常行驶、有无偏离路线情况。若发现车辆故障,可迅速安排救援和调整调度^[2]。

2) 运营调度实时调整。依据实时路况和客流信息,智能调整发车间隔时间和行车计划。前者是在高峰时段增加车次,在平峰时段适当减少车次;后者是

在遇到交通堵塞、道路施工时重新规划路线,以保障运营效率。

3) 人员沟通协调。实现车辆调度员与驾驶员间的双向通信。调度员通过语音对讲或发送信息向驾驶员传达调度指令、路况提醒和特殊情况说明,同时驾驶员也可向调度员反馈车内状况,以便协调管理。

4) 数据统计分析。收集和分析运营数据,包括车辆利用率、准点率、客流量等数据指标,为优化运营策略、提升服务质量提供依据。

调度控制台设计如图4所示。

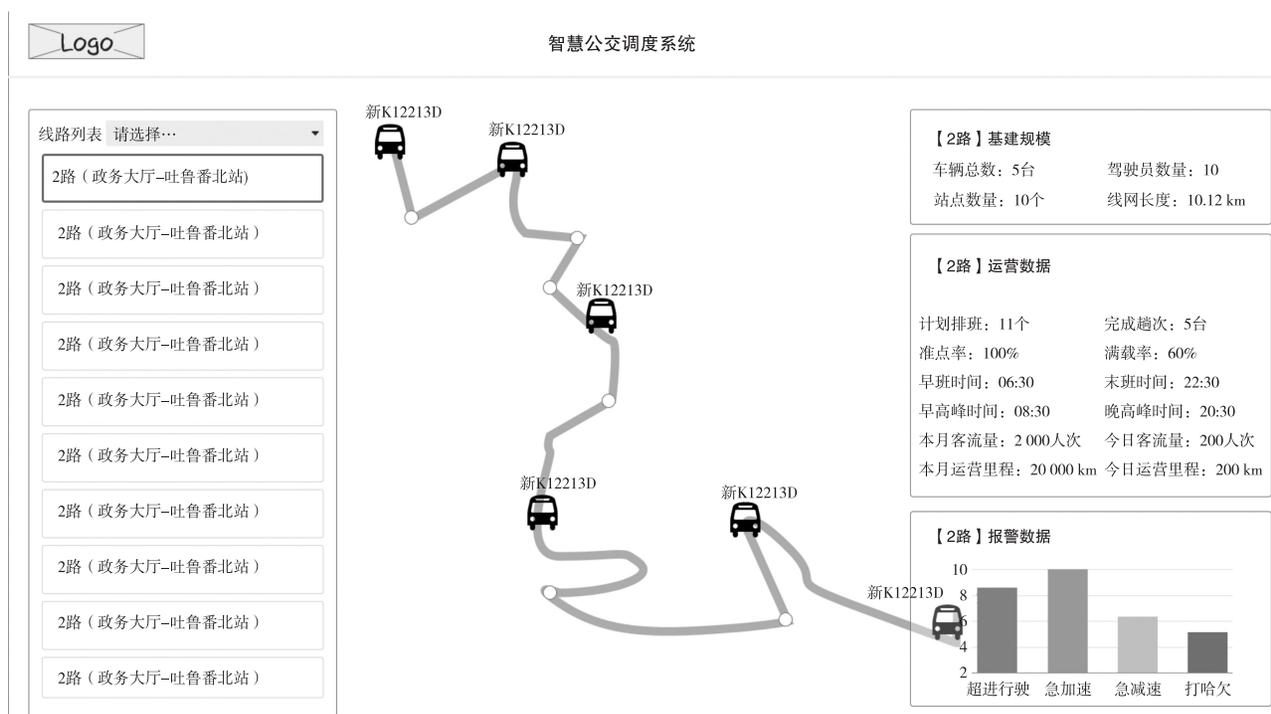


图4 调度控制台设计

2.2 可视化大屏

可视化大屏,即以直观、可视化的方式,将关键数据指标集中呈现在一个界面上。利用可视化大屏抽取调度系统的车辆、排班、运营、客流等数据并对其进行分析。结合可视化的虚拟仪表盘或表格,可实时反映车辆的运营状态,为领导层、决策者提供数据基础。可视化大屏设计图如图5所示。

2.3 消息公告

通过互联网技术将消息下发给出行服务移动端,实现消息发布和失物招领消息查看功能。

2.4 安全管理

先利用大数据、CAN总线、物联网等技术,对运

行车辆、驾驶行为安全数据进行采集、存储、分析、计算,再利用多维度算法模型,实现车辆报警、电池预警、电子围栏报警以及DSM告警等功能。

2.5 监控信息

主要包含实时运行图、实时班次、营运地图、电子地图、视频监控、轨迹回放、区域寻车功能模块。

1) 实时运行图。支持站点模式、地图模式。其中站点模式可显示线路的信息,包括计划班次数、未发车班次数、已发车班次数、已完成班次数、过时未发车班次数、大间隔数、串车数;地图模式展示线路站点在地图上的位置标识。



图5 可视化大屏设计

2) 实时班次。可查看线路班次的实时情况,支持线路、车辆、驾驶员、运行情况的筛选查询。

3) 营运地图。展示营运车辆的在线、离线情况,支持在地图上查看调度系统中的线路明细、车辆明细、驾驶员明细;支持查看线路信息;支持查看线路上的驾驶员情况。

4) 电子地图。以地图模式展示线路列表、车辆列表以及各个线路的发车时刻表。其中地图上车辆异常状态包括离线、异常、停止。

5) 视频监控。包含实时视频和历史视频。对于实时视频,可选择需要查询的车辆信息,可同时选择多个通道进行实时视频播放;对于历史视频,可选择当前时间之前的视频进行查看,可拖动进度条查看各个时间点的视频。

6) 轨迹回放。可根据车辆、设备类型、回放速度、回放时间查询车辆轨迹数据;可重置车辆、设备类型、回放速度、回放时间查询条件;支持查看车辆轨迹数据。

7) 区域寻车。支持自定义区域寻找车辆;可根据自定义位置、开始时间、结束时间寻找车辆,并支持查看车辆轨迹数据。

2.6 排班管理

排班管理主要包括车辆路单、智能排班、班组班

制、车辆排班功能^[3-4]。

1) 车辆路单。记录车辆实际运营过程中的到离站情况、准点率及载客量等数据,用于计算车辆实际运营情况与计划运营情况的差异比对。

2) 智能排班。利用系统存量的客流数据分析起始地和目的地,再结合线路的首末时间,系统自动生成排班计划,同时支持人工调整。

3) 班组班制。支持班次计划编排、驾驶员轮休设置、动态调班优化及特殊时段排班调整。该功能可自动生成合理化排班方案,实现人员与车辆的高效匹配,并支持工作日/节假日差异化排班设置,有效提升运营效率与人力资源利用率^[5]。

4) 车辆排班。为调度员提供灵活直观的排班操作界面,可通过可视化大屏直接调整车辆与班次的匹配关系。该功能在保留完整的自动排班算法支持的同时,允许人工介入对特殊车辆、临时班次、异常情况进行精细化调整。调度员不仅可以实时查看车辆状态、驾驶员考勤约束条件,还可以在保障排班合理性的前提下,快速应对车辆故障、临时加班等突发状况,确保高效执行运营计划^[5]。

2.7 统计分析

全面收集公交运营数据(包括各线路车辆的准点率、运行时长、里程数等),精准分析不同时段、不同站

点的客流量变化。通过数据挖掘,不仅可以评估运营效率,明确高峰低谷时段,为优化调度方案提供依据,还可以分析车辆损耗情况,有助于维修计划的安排^[6]。同时,统计驾驶行为数据(如急刹车、急加速频率),用于提升驾驶安全和服务质量^[7-9]。

2.8 基础数据

基础数据包含对车辆信息、驾驶员信息、站点信息、线路站点、设备信息和场站信息的增删改查功能。

2.9 出行服务

1) 线路查询。用户可利用出行服务功能(可查询车辆、线路信息),输入起点和终点,即可查询合适的公交线路^[10]。调度系统会根据用户需求,综合考虑距离、换乘次数,推荐最优的乘车方案。

2) 实时公交信息。提供公交车的实时位置和预计到达时间。通过公交车辆上的GPS定位设备,先将车辆的位置信息传输到服务器,再反馈给用户,以使用户合理安排出行,减少在公交站的等待时间。

3) 站点查询。便于用户查找附近的公交站点,以及站点所经过的公交线路。该功能为身处陌生环境的用户提供了极大便利,还可提供某些站点周边的地图信息(如附近的商场、医院),以使用户更好地规划行程。

2.10 系统管理

系统管理包含机构信息、角色信息、用户信息、登录日志、操作日志的增删改查功能。

3 结束语

本文围绕公交企业车辆调度等应用场景,利用物联网、人工智能等技术,从业务框架、产品框架、技术框架、部署架构进行方案设计,为智能公交调度系统的实现提供了理论支撑,对智慧公交、智慧城市发展有一定的推动作用。

参考文献:

- [1] 王增鑫,孙锐.城市公共交通智能调度系统设计与实现——基于物联网与大数据技术[J].人民公交,2024(13):89-93.
- [2] 孙玮佳,林炳辉,苏亮,等.公交车辆智能调度系统开发及应用[J].客车技术与研究,2022,44(2):49-53.
- [3] 刘超,谢建新,蔡东岭.青岛公交车智能调度系统的优化研究[J].汽车实用技术,2018(19):215-217.
- [4] 黄贞勇.智能公交调度系统软件的设计与实现[D].杭州:浙江工业大学,2012.
- [5] 李清逸,李文娟,谢鹏,等.基于遗传算法的智能公交调度系统的研究[J].智能城市,2023,9(1):116-118.
- [6] 张顺风.新一线城市公交线路运行效率评价及优化研究——以杭州为例[D].杭州:浙江科技学院,2020.
- [7] 王慧敏,杨青萍,林婉婷,等.基于高平峰划分的宁波公交调度优化[J].宁波工程学院学报,2021,33(4):27-33.
- [8] 陈宇毅.城市公交线路运行可靠性分析及优化建议[J].智能城市,2020,6(12):174-175.
- [9] 罗慎,杨军.智能公交调度系统优化研究及其在现代城市交通中的应用[J].人民公交,2025(3):66-69.
- [10] 马伯浩,布少聪,夏莫凡,等.基于多维数据的常规公交时空客流分析[J].中国高新科技,2021(10):125-127.