

基于实景三维与视频监控的道路事件智能巡检系统

叶子凡

长江大学

DOI:10.32629/etd.v7i2.18956

[摘要] 针对高速公路及国道省道养护中事件发现滞后、巡检效率低、多源监测数据难以统一展示等问题,设计并实现了一套基于实景三维与视频监控的道路事件智能巡检系统。系统以实景三维可视化平台为核心,集成地理信息总览、视频监控与事件智能检测等模块,依托物联网与后端任务调度技术,实现监控摄像头的统一接入、定时与手动抓拍、事件自动识别与入库,并在三维场景中关联展示事件位置与事件预警信息;同时提供路段与路桩管理、视频事件管理及安全审计等业务功能。应用表明,该系统能够将实景三维展示与视频监控、事件智能巡检有机融合,为道路养护部门提供直观、集中的监测与决策支持,对提升养护管理效率和事件处置的及时性具有参考价值。

[关键词] 实景三维; 视频监控; 道路事件; 智能巡检; 物联网

中图分类号: TN941.2 **文献标识码:** A

Intelligent Road Event Inspection System Based on Real-Scene 3D and Video Surveillance

Zifan Ye

Yangtze University

[Abstract] To address delayed event detection, low inspection efficiency, and the difficulty of presenting multi-source monitoring data in a unified way in the maintenance of expressways and national/provincial highways, a road event intelligent inspection system based on real-scene 3D and video surveillance was designed and implemented. The system is built around a real-scene 3D visualization platform and integrates geographic information overview, video surveillance, and intelligent event detection. With the support of the Internet of Things and backend task scheduling, it provides unified access to surveillance cameras, supports scheduled and manual capture, carries out automatic event recognition and storage, and displays event locations and early-warning information in the 3D scene. It also supports road section and pile management, video event management, and security auditing. Practice shows that the system effectively combines real-scene 3D display with video surveillance and intelligent event inspection, and offers road maintenance departments intuitive, centralized monitoring and decision support, with reference value for improving maintenance management efficiency and the timeliness of event handling.

[Key words] real-scene 3D; video surveillance; road event; intelligent inspection; Internet of Things

引言

高速公路及国道省道在路网中地位重要,其技术状况与养护水平直接影响通行安全与运营效率。当前养护多依赖人工巡检与定期巡查,病害发现滞后,监测数据分散,难以集中展示与关联分析。物联网、三维可视化与视频智能分析等技术发展迅速,在电力、园区等领域已实现设备与视频在统一平台上的集成与联动。本文针对道路养护监测需求,设计并实现了一套基于实景三维与视频监控的道路病害智能巡检系统,从总体架构与技术架构两方面阐述系统设计,并围绕地理信息总览、实景三维与异常事件展示、视频监控与病害智能巡检、业务配置

与安全审计等模块介绍功能应用,以期智慧养护与监测管理提供参考。

1 系统架构设计

1.1 道路事件智能巡检系统总体架构

道路事件智能巡检系统围绕“数据采集—任务调度—智能识别—统一展示”的闭环进行设计。如图1所示,整体分为展示层、业务层、数据与任务层及外部服务四部分。展示层采用Vue 3集成Cesium与地图组件,实现地理信息总览、实景三维与事件面板及后台管理入口。业务层基于Django及REST framework提供用户认证、路段与路桩、监控、模型、视频事件等接口,负责

权限与业务逻辑。数据与任务层包括数据库对路网、监控、事件与任务配置的持久化,以及Celery定时与手动抓拍任务及TaskRun执行记录。外部服务为独立的事件智能检测微服务,接收抓拍请求与图像并返回事件类型、等级、位置等结果,由业务层写入事件库并在三维中展示。各层通过 HTTP/JSON 与任务队列协同,形成从监控接入、抓拍、智能识别到三维展示的一体化架构。

应用,包括信息总览(地图与图表)、实景三维(Cesium与事件面板)及后台管理(配置、事件管理与安全审计)。各层通过统一接口与数据模型衔接,支撑从采集、识别到展示的完整技术链路。

2 系统功能的设计与应用

2.1 地理信息总览

地理信息总览模块以地图与统计图表相结合的方式,为管理人员提供路网与监测资源的宏观展示与下钻查询。

前端通过地图组件加载底图,在图上展示监控点、视频事件和三维模型节点的空间分布。系统支持按行政区划或路网层级下钻,从区域到路段逐级查看,方便掌握管辖范围和资源部署。图表与地图联动,可为制定监测计划和调配资源提供依据。路网几何数据(含道路中心线、轮廓)、桩号信息以及机构、模型之间的关联,都通过后端接口获取——包括路段列表、路桩列表、机构列表、模型列表以及城市与模型关联等接口——这样总览数据与后台配置保持一致,达到“一图总览、按需下钻”的效果。

2.2 实景三维与异常事件展示

实景三维与异常事件展示模块以Cesium为核心,将倾斜模型、参数化模型等三维数据加载到场景中,与路网、监控点位及事件信息关联。场景内集成“道路事件信息”与“事件预警信息”两类侧边面板:前者展示基于抓拍的事件列表(类型、等级、桩号、抓拍时间等),支持预览图片并在三维中定位至摄像头;后者展示基于视频分析的事件预警列表,支持视频预览与场景定位。

数据由后端事件接口与视频事件接口提供,在三维中以点位或标注呈现。两类面板均可按监控名称筛选,道路事件信息还可按事件等级筛选,事件预警信息可按事件类型筛选,列表支持按采集或检测时间排序及分页。

用户点击“预览”可弹窗查看图片或视频,点击“跳转”后系统按记录经纬度驱动Cesium相机飞抵该位置并以俯视视角定位。场景右侧可展开模型信息表,与左侧事件面板形成“场景一列表一详情”联动;侧边按钮可切换两类面板,面板采用半透明背景,兼顾信息密度与场景浏览。

2.3 视频监控与事件智能巡检

视频监控与事件智能巡检模块实现从摄像头接入、定时或手动抓拍、智能识别到事件入库与展示的完整闭环。

巡检任务支持定时与手动两种触发:定时任务通过配置设定抓拍周期或间隔及触发时间,由Celery执行;手动触发通过接口发起单次抓拍或视频分析。任务执行时,后端将摄像头列表及事件等级等参数提交至事件智能检测微服务,结果解析后分别写入抓拍事件表与视频事件表,并生成任务运行记录(TaskRun),记录来源、状态、起止时间、成功与失败条数,微服务异常时标记失败并记录错误。事件管理与展示方面,视频事件管理页支持按监控名称、事件类型筛选,按检测时间排序与分页,支持导出、预览与删除。

2.4 业务配置与安全审计

业务配置与安全审计模块为系统运行与合规管理提供基础

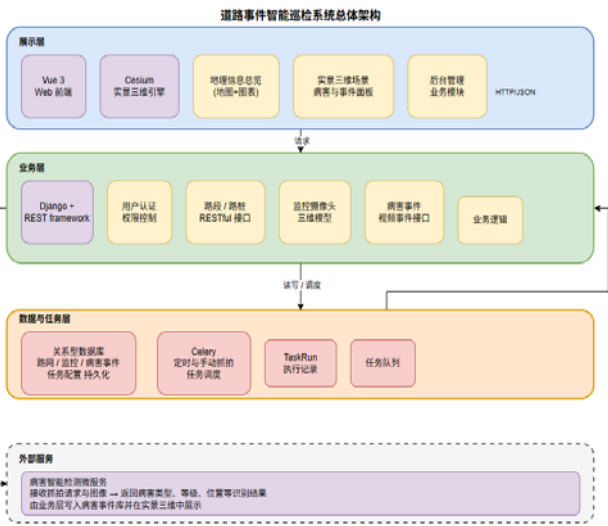


图1 道路事件智能巡检系统总体架构图

1.2 系统技术架构

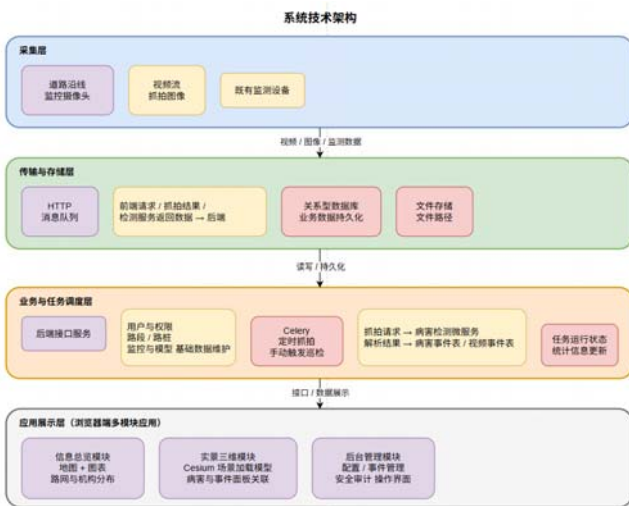


图2 系统技术架构图

系统技术架构按数据流与职责划分为采集层、传输与存储层、业务与任务调度层、应用展示层。如图2所示,采集层由道路沿线监控摄像头等设备提供视频流与抓拍图像;传输与存储层经HTTP或消息队列将数据传至后端并持久化至数据库与文件存储;业务与任务调度层完成基础数据维护,并基于Celery执行定时与手动抓拍任务,将请求转发至事件检测微服务、解析结果并写入事件表、更新任务状态;应用展示层为浏览器端多模块

数据维护与审计追溯能力。业务配置涵盖路段与路桩的增删改查及几何与桩号信息维护、行政区划的配置、三维模型数据源的录入与关联、监控摄像头的登记与路段绑定,以及底图类型与图层的配置:

事件管理方面提供事件类型参数表与事件等级配置,用于规范事件分类与阈值、推送策略等。安全审计包括台账明细的登记与更新、安全审计记录查询以及审计员权限管理,与用户及权限管理协同,保障操作可追溯与权限可控。上述配置与审计功能均通过后台管理界面访问,数据经RESTful接口与后端模型持久化,为地理信息总览、实景三维展示及事件智能巡检提供统一、可靠的基础数据与审计支撑,满足养护管理规范化与安全合规要求。

3 结语

本文针对高速公路及国省道养护中事件发现滞后、巡检效率低、多源监测数据难以统一展示等问题,设计并实现了一套基于实景三维与视频监控的道路事件智能巡检系统。系统从总体架构与技术架构两方面进行设计,形成从监控接入、抓拍、智能识别到三维展示的一体化链路,并按采集层、传输与存储层、业务与任务调度层、应用展示层明确各层职责与数据流向。

功能上实现了地理信息总览、实景三维与异常事件展示、视频监控与事件智能巡检、业务配置与安全审计四大模块,为养护部门提供路网总览、事件三维展示、智能巡检闭环及配置与审

计支撑。应用表明,系统将实景三维、视频监控与事件智能检测有效融合,提升了事件发现的及时性与养护管理的集中化、可视化水平,具有较好参考价值。未来可进一步结合物联网与智能分析技术,扩展监测与自动化处置能力,为智慧养护与智慧交通建设提供更多借鉴。

[参考文献]

- [1]秦庆飞.高速公路中央隔离带垃圾智能捡拾及道路事件巡检系统[J].自动化应用,2019,(05):15-16.
- [2]崔宪伟,杨翎,赵勤坤,等.基于计算机视觉的车载轨道缺陷智能巡检系统设计[J].自动化技术与应用,2024,43(07):35-38.
- [3]李镇均.基于视频处理技术的高速公路抛洒物识别算法[J].中国交通信息化,2025,(S2):233-236.
- [4]李清瑶.基于视频流的高速公路抛洒物检测[D].长春理工大学,2019.
- [5]郭锦涛,王涛,胡永恒.高速公路智能巡检养护管理系统的开发与应用[C]//中国高科技产业化研究会智能信息处理产业化分会.第十八届全国信号和智能信息处理与应用学术会议论文集.国能龙源环保有限公司特许运维事业部;国能龙源环保有限公司宿州分公司,2024:643-648.

作者简介:

叶子凡(2000--),男,汉族,湖北武汉人,硕士研究生,长江大学,研究方向:地理信息系统。