

# 智慧高速视频智能监控技术与实践

储承兴

杭州神通交通工程有限公司 浙江 杭州 311306

**摘要:** 在智慧高速建设中, 视频智能监控技术至关重要。本文首先阐述核心技术基础, 涵盖视频采集、预处理、智能分析以及数据传输与存储技术。接着探讨核心应用方向, 包括交通运行状态监控、异常事件识别与预警等方面。随后介绍系统构建要点, 涉及整体架构、硬件选型、软件集成及运行保障。最后分析实践要点, 如监控点位布局、算法适配调试等。通过全面剖析, 为智慧高速视频智能监控技术的有效应用提供参考。

**关键词:** 智慧高速; 视频智能监控; 技术应用; 系统构建; 实践要点

引言: 随着高速公路网络不断拓展与交通流量持续增长, 传统监控方式难以满足管理需求。智慧高速视频智能监控技术应运而生, 它融合多种前沿技术, 能实现对高速道路全方位、智能化的监控与管理。该技术不仅可提升道路安全与通行效率, 还能降低管理成本, 对推动高速公路智能化发展意义重大。深入探究技术与实践要点, 有助于充分发挥该技术在智慧高速建设中的作用。

## 1 智慧高速视频智能监控核心技术基础

### 1.1 视频采集核心技术

视频采集是智慧高速视频智能监控系统的前端核心, 也是后续智能分析与管控的前提, 技术体系依托现代光电成像技术与交通场景适配研发成果, 参考智能交通系统视频采集设备技术规范<sup>[1]</sup>。高清化与宽动态化是核心发展导向, 主流采用高清CMOS图像传感器与红外成像技术结合的设计, 可应对智慧高速复杂光照与全天候监控需求。基于机器视觉的采集设备校准方法, 能调控不同路段、气象条件下的采集精度, 保障画面清晰稳定, 优化镜头与传感器参数可实现全方位采集, 为后续数据处理提供高质量原始图像。

### 1.2 视频图像预处理技术

视频图像预处理技术用于解决采集环节的环境干扰、设备误差等图像质量问题, 是衔接视频采集与智能分析的关键, 技术原理源于数字图像处理与模式识别领域成熟研究。针对智慧高速常见的图像噪声、光照不均、雾天模糊等问题, 采用自适应中值滤波算法抑制噪声, 通过直方图均衡化调节灰度分布、改善对比度。基于Retinex理论的图像增强方法, 可还原复杂环境下的图像细节, 提升辨识度, 预处理流程结合实时性要求优化算法效率, 降低数据冗余, 保障后续智能分析精度。

### 1.3 视频智能分析核心技术

视频智能分析是智慧高速监控智能化升级的核心支

撑, 依托深度学习、计算机视觉等前沿技术, 实现视频图像目标与事件的自动识别分析, 参考计算机视觉在智能交通领域的应用研究成果。目标识别聚焦车辆、行人、异物等监控对象, 采用卷积神经网络构建模型, 通过交通场景图像数据训练优化, 提升识别准确率与速度。事件分析针对拥堵、违规、路面破损等异常, 构建多特征融合检测模型, 结合时序图像分析实现实时捕捉判断, 优化模型参数适配各类场景, 摆脱人工值守局限。

### 1.4 视频数据传输与存储技术

视频数据传输与存储技术保障采集预处理后数据的高效传输与安全保存, 是系统稳定运行的重要支撑, 技术融合通信与数据存储领域最新成果, 参考智能交通大数据存储与传输技术规范。传输采用光纤与无线宽带结合方式, 光纤实现长距离、大容量高速传输, 无线宽带补充覆盖盲区。传输中采用加密与H.265压缩技术, 保障数据安全、降低带宽与存储压力, 分布式存储结合磁盘阵列与云存储, 实现数据分级存储与高效检索, 满足安全保存与后续追溯分析需求。

## 2 智慧高速视频智能监控技术的核心应用方向

### 2.1 交通运行状态监控

交通运行状态监控是智慧高速视频智能监控技术的基础应用方向, 依托视频智能分析与数据处理技术, 实现对高速道路通行状态的全面感知与动态把控, 应用逻辑参考智能交通系统运行状态监测技术体系<sup>[2]</sup>。通过前端视频采集设备捕捉道路通行画面, 结合视频智能分析技术提取车辆速度、车流量、车道占用率等核心运行参数, 动态呈现道路通行态势。依托视频数据传输与存储技术, 实现运行参数的实时汇总与持续更新, 为高速运营管控提供精准的数据支撑。通过对通行状态的动态监测, 可及时掌握道路拥堵、通行平缓等不同运行场景, 为后续交通调控与管理决策提供科学依据, 相关应用设计贴合智

慧高速运营管控的实际需求,参考交通运行状态监测技术相关研究成果。

### 2.2 异常事件识别与预警

异常事件识别与预警是提升智慧高速交通安全管控水平的关键应用,融合视频智能分析、数据挖掘等核心技术,实现对高速道路各类异常事件的精准捕捉与及时预警,技术应用参考计算机视觉在交通异常检测领域的成熟研究成果。基于视频智能分析核心技术,构建多场景异常事件检测模型,可精准识别车辆追尾、逆行、抛洒物、行人闯入等各类交通异常情况。结合视频图像预处理技术优化识别精度,有效规避环境干扰导致的识别偏差,确保异常事件捕捉的准确性与及时性。识别到异常事件后,通过系统联动机制触发预警信号,为现场管控人员提供明确的事件位置与具体情况,助力快速处置,降低交通安全风险,适配智慧高速全天候、全路段安全管控需求。

### 2.3 路域环境与设施监控

路域环境与设施监控聚焦智慧高速道路本身及周边环境的安全管控,依托视频采集与智能分析技术,实现对路域环境、交通设施的全方位监测,应用技术参考公路路域环境与设施监测相关技术规范。通过前端视频采集设备覆盖道路路面、护栏、桥梁、隧道及周边边坡、绿化带等区域,捕捉路域环境变化与设施运行状态。借助视频智能分析技术,识别路面破损、护栏损坏、隧道内烟雾、边坡溜塌等各类隐患,同时监测雨、雪、雾等恶劣天气对道路通行的影响。通过持续监测实现隐患早发现、早处置,保障道路设施完好与通行环境安全,为道路养护与环境管控提供精准支撑,契合智慧高速精细化管理的发展导向。

### 2.4 交通流协同调控支撑

交通流协同调控支撑是智慧高速视频智能监控技术的延伸应用,依托视频采集、智能分析及数据传输存储技术,为交通流协同调控提供全面的数据支撑与技术保障,相关应用参考智能交通流调控技术研究成果。通过视频监控系统实时采集全路段交通流数据,结合智能分析技术挖掘交通流变化规律,预判交通流运行趋势。将处理后的交通流数据传输至交通调控中心,为交通信号灯调节、可变车道管控、信息诱导发布等协同调控措施提供科学依据。通过精准的交通流监测与数据分析,助力实现交通流的合理分配,缓解道路拥堵,提升道路通行效率,推动智慧高速交通管控从被动处置向主动调控转变,完善智慧高速协同管控体系。

## 3 智慧高速视频智能监控系统构建

### 3.1 系统整体架构设计

系统整体架构设计是智慧高速视频智能监控系统高效运转的核心支撑,需遵循智能交通系统架构设计规范,结合视频监控技术集成要求,构建层次分明、功能协同的完整体系<sup>[1]</sup>。架构设计立足智慧高速监控全流程需求,遵循模块化、可扩展、高可靠原则,划分前端采集层、数据处理层、应用服务层与管控调度层。各层次各司其职且紧密衔接,前端采集层承担图像数据采集任务,数据处理层完成图像预处理与智能分析,应用服务层支撑各类监控应用落地,管控调度层实现系统整体统筹调度。架构设计需充分适配高速道路实时监控与长期运营需求,借鉴智慧交通系统集成技术的最新研究成果,确保架构合理性与可扩展性。

### 3.2 硬件设备选型与部署逻辑

硬件设备选型与部署逻辑直接决定系统运行效能,选型工作需严格参照智能交通监控设备技术标准,结合智慧高速路段地形特征、交通流量规模与监控覆盖需求,兼顾设备性能稳定性与场景适配性。前端采集设备优先选用高清化、宽动态、抗恶劣环境的产品,传输设备需匹配海量视频数据的高速传输需求,存储设备重点考量存储容量与读写速度。部署工作遵循全域覆盖、重点突出、运维便捷的逻辑,结合道路里程、车道数量、地形条件优化点位布局,规避监控盲区,针对桥梁、隧道等重点区域合理加密点位,同时优化安装高度与间距,兼顾监控效果与后期维护便利性,确保硬件设备协同发挥最优效能。

### 3.3 软件系统开发与集成

软件系统开发与集成需依托计算机软工技术,严格遵循智能交通系统软件开发规范,聚焦系统功能适配与多模块协同运行。开发过程采用模块化开发模式,围绕视频采集、预处理、智能分析、数据传输存储等核心功能分步推进,提升软件可维护性与可扩展性。集成工作核心是实现软硬件协同兼容,打通各功能模块的数据接口,确保采集数据顺畅流转、智能分析结果精准反馈、应用服务高效落地。软件开发需融入智能分析算法优化成果,集成过程重点优化系统响应速度,贴合智慧高速监控的实时性需求,参考视频监控系统集成技术的成熟研究经验,提升软件系统的稳定性与实用性。

### 3.4 系统运行保障机制

系统运行保障机制是维持监控系统长期稳定运转的关键,需结合智能交通系统运维管理规范,构建全方位、精细化、常态化的保障体系。建立硬件设备定期巡检与维护机制,定期排查前端采集、传输、存储设备的运行

隐患,清理设备杂质、优化运行参数,延长设备使用寿命。搭建完善的数据安全保障体系,通过数据加密、访问权限控制等技术,防范数据泄露与篡改,保障监控数据的完整性与安全性。建立系统应急处置流程,针对设备故障、数据传输中断、软件异常等突发情况,明确处置流程与响应时限,快速排查故障、实施修复,减少系统停运影响,同时建立系统升级机制,跟进技术发展趋势,确保系统功能持续适配智慧高速管控需求。

#### 4 智慧高速视频智能监控技术实践要点

##### 4.1 监控点位布局优化

监控点位布局需结合智慧高速路段特性、交通流分布规律及路域环境条件,实现监控覆盖无盲区、无重叠的核心目标<sup>[4]</sup>。布局过程中需综合考量路段纵线形、互通立交分布、隧道与桥梁等关键构造物位置,结合视频采集设备的视场角、分辨率等核心参数,合理规划点位间距与安装高度。针对曲线路段、长下坡等特殊路段,需优化点位布设密度,确保能够清晰捕捉交通运行细节与异常情况。同时需兼顾设备安装的可维护性,避开地质条件复杂、易受恶劣天气影响的区域,为后续运维工作提供便利,通过科学布局提升监控系统的整体采集效率与数据有效性。

##### 4.2 智能分析算法适配与调试

智能分析算法适配与调试直接影响监控技术的实践效果,需依托计算机视觉与深度学习领域的技术成果,结合智慧高速具体监控场景优化算法性能。算法适配需聚焦高速交通场景的特殊性,针对不同气象条件、交通流量下的监控需求,调整算法识别参数,提升目标识别与异常事件检测的适配性。调试过程需结合视频采集的实际数据,排查算法运行中的偏差的问题,优化算法运算效率,平衡识别精度与实时性,避免算法过度拟合导致的误判、漏判,确保算法能够精准适配智慧高速复杂多变的监控场景,参考智能交通算法调试技术相关规范。

##### 4.3 系统日常运维与故障处置

系统日常运维与故障处置是保障监控技术持续稳定落地的关键,需遵循智能交通系统运维管理规范,构建常态化、精细化的运维体系。日常运维重点围绕硬件设备与软件系统展开,定期对前端采集设备、传输设备、存储设备进行巡检,清理设备灰尘、检查运行状态,优化设备运行参数。对软件系统进行定期排查,及时修复漏洞、

更新算法版本,保障系统功能正常运转。故障处置需建立快速响应流程,针对设备故障、数据传输中断、软件卡顿等问题,明确处置流程与责任分工,快速排查故障原因、实施修复,减少系统停运对监控工作的影响,保障监控技术持续发挥作用。

##### 4.4 技术落地中的适配与调整

技术落地中的适配与调整需结合智慧高速运营管控的实际需求,参考智能交通技术落地应用相关研究成果,动态优化技术应用方案。落地过程中需关注路段交通流量变化、运营模式调整等因素,及时调整监控参数与系统设置,确保技术应用贴合实际管控需求。针对技术落地中出现的场景适配不足、运行效率偏低等问题,结合现场实际情况优化技术方案,协调软硬件协同运行,提升技术落地的可行性与实用性<sup>[5]</sup>。同时跟进视频监控技术与智慧高速领域的发展趋势,适时引入新技术、新方法,对现有技术应用方案进行优化调整,推动监控技术与智慧高速运营管控深度融合。

##### 结束语

智慧高速视频智能监控技术通过多环节协同,为高速管理提供了有力支撑。从核心技术基础的夯实,到核心应用方向的拓展,再到系统构建与实践要点的把控,每一环节都紧密相连。在实际应用中,需不断优化技术方案,提升系统性能,确保其能适应复杂多变的交通环境。通过持续完善与发展,该技术将为智慧高速的高效运行与安全保障发挥更大作用,推动高速公路管理迈向新台阶。

##### 参考文献

- [1]林潇.智慧监控在高速公路信息化中的应用探析[J].模型世界,2025(30):79-81.
- [2]张强.智慧监控技术在高速公路信息化中的应用研究[J].模型世界,2025(28):113-115.
- [3]邵鹏.高速公路中的智慧监控技术应用[J].集成电路应用,2023,40(6):152-153.
- [4]刘祥胜,黄鹏,叶雨霞,等.高速公路改扩建工程智慧运营监控系统构建及应用[J].交通世界,2025(8):1-4.
- [5]王一屹,陶国信,赵聪.高速公路AI视频上云智慧网关关键技术研究与实现[J].无线互联科技,2022,19(18):116-118,131.