

# 安防监控领域中 AI 视频分析技术与弱电传输网络协同优化研究

周洪宝

中核四〇四有限公司 甘肃 兰州 732850

**摘要:** 随着安防监控向智能化、规模化升级, AI视频分析技术与弱电传输网络的协同效能成为提升系统性能的关键。本文梳理两者核心技术与协同现状, 剖析带宽不匹配、传输延迟、稳定性不足等核心问题及根源, 结合边缘计算、动态资源调度等技术, 从网络架构、数据传输、资源分配等维度提出协同优化策略, 有效解决两者协同瓶颈, 提升安防管控实时性与可靠性, 为安防领域智能化转型提供理论与实践支撑。

**关键词:** 安防监控领域; AI视频分析技术; 弱电传输网络; 协同优化

引言: 在政策推动与技术迭代下, 智慧安防成为社会治安防控体系建设的重要支撑, AI视频分析与弱电传输网络作为核心组成, 其协同水平直接决定监控系统效能。当前, 两者协同存在协议不兼容、资源配置不合理等问题, 导致AI分析精度与传输效率受限, 难以适配复杂安防场景需求。基于此, 本文聚焦两者协同优化展开研究, 破解协同瓶颈, 助力安防监控系统从“看得见”向“看得懂”升级, 具有重要行业价值。

## 1 相关理论与技术基础

### 1.1 安防监控系统核心架构

(1) 前端采集模块组成与功能: 由高清摄像头、红外探测器、拾音器等设备组成, 核心功能是实时采集监控区域的视频、音频及环境数据, 实现全天候、无死角采集, 为后续分析管控提供原始数据支撑, 适配室内外不同安防场景需求。(2) 传输网络模块架构与作用: 采用分层架构, 涵盖接入层、汇聚层和核心层, 负责将前端采集的数据稳定传输至后端, 同时保障数据传输的实时性、安全性, 可根据场景灵活选择有线或无线传输方式, 衔接前后端模块。(3) 后端分析与管控模块功能: 核心是对传输来的数据进行处理、存储与分析, 实现异常情况预警、录像回放、设备远程管控等功能, 联动前端设备完成应急处置, 是安防监控系统的核心管控中枢。

### 1.2 AI视频分析技术核心原理与应用

(1) 核心技术原理: 以目标检测、行为分析为核心, 通过深度学习算法对视频帧进行特征提取, 精准识别人员、车辆等目标, 分析异常行为(如徘徊、翻越), 实现从“被动监控”到“主动预警”的转变。(2) 安防监控领域典型应用场景: 广泛应用于园区门禁、道路监控、楼宇安防等场景, 可实现人脸考勤、车辆限行识别、异常行

为报警等具体应用, 提升安防管控效率。(3) 技术应用瓶颈分析: 存在复杂环境(暴雨、逆光)下识别准确率不足、算力消耗较大、多设备协同兼容差等问题, 限制了技术的规模化普及应用<sup>[1]</sup>。

### 1.3 弱电传输网络核心技术与特性

(1) 主流弱电传输技术: 包括以太网、光纤传输、同轴电缆传输等, 其中以太网适配近距离传输, 光纤传输具备抗干扰强、传输距离远的优势, 满足不同安防场景的传输需求。(2) 弱电传输网络的核心特性: 具有能耗低、传输稳定、抗干扰能力强、布线便捷等特点, 可适配安防系统24小时不间断运行的需求, 保障数据传输的完整性。(3) 安防场景下弱电传输的特殊要求: 需满足实时传输、抗恶劣环境(高温、潮湿)、防信号泄露等特殊要求, 同时具备一定的冗余设计, 确保故障时可快速切换。

### 1.4 协同优化相关理论基础

(1) 协同优化的核心内涵: 指统筹安防监控系统各模块、各技术, 实现前端采集、传输网络、后端分析的高效联动, 优化资源配置, 提升系统整体安防性能, 降低运行成本。(2) 技术协同的关键影响因素: 主要包括各模块的兼容性、数据传输效率、算法适配性、硬件性能匹配度等, 这些因素直接影响协同优化的效果, 需重点把控。

## 2 安防监控领域中AI视频分析与弱电传输网络协同现状及问题分析

### 2.1 安防监控领域协同应用现状

(1) 现有协同模式梳理: 当前主流协同模式分为集中式与分布式两类, 集中式是前端采集数据经弱电传输网络汇总至后端, 由AI系统统一分析; 分布式则在前端

边缘设备嵌入轻量AI算法,完成初步分析后,仅将关键数据通过弱电网络传输至后端,两种模式适配不同规模安防场景。(2)典型应用案例分析:在城市道路安防中,高清摄像头采集的视频经光纤弱电传输,AI系统实时分析车辆违章、人员聚集等情况,联动交通管控设备响应;园区安防中,以太网传输前端视频,AI实现人脸核验与异常行为预警,提升园区管控效率。(3)当前协同应用的优势:有效打破AI分析与弱电传输的割裂状态,减少数据冗余传输,提升安防管控的实时性;降低人工监控成本,实现异常情况主动预警,相比传统监控模式,大幅提升安防处置效率,适配大规模、复杂化安防需求。

## 2.2 协同过程中存在的核心问题

(1) AI视频分析与传输带宽不匹配问题: AI视频分析需高清、实时的视频数据支撑,高清视频传输占用大量带宽,而部分安防场景弱电传输带宽配置不足,导致视频压缩过度,影响AI目标检测、行为分析的准确性;带宽冗余场景下,又存在资源浪费现象。(2) 传输延迟对AI分析精度的影响问题: 弱电传输过程中,信号衰减、节点转发等易产生传输延迟,当延迟超过AI分析阈值时,会导致AI系统对动态目标轨迹判断偏差、异常行为识别滞后,无法及时发出预警,削弱安防管控效果。(3) 网络稳定性与AI分析实时性的矛盾: 安防场景中,弱电传输网络易受外界干扰出现卡顿、中断,而AI视频分析对实时性要求极高,网络不稳定会导致AI分析中断或误判,尤其在人员密集、风险等级高的场景,易引发安全隐患。

## 2.3 问题产生的根源分析

(1) 技术层面根源: AI视频分析与弱电传输采用的协议不兼容,数据格式转换存在损耗;两者参数配置缺乏统一标准,AI算法的算力需求与弱电传输的带宽、速率参数不匹配,导致协同效率低下。(2) 架构层面根源: 缺乏完善的协同机制,AI系统与弱电传输网络独立设计、分开部署,未实现资源统筹调度;资源分配不合理,带宽、算力资源向单一模块倾斜,未根据协同需求动态调整,导致供需失衡<sup>[2]</sup>。(3) 环境层面根源: 户外安防场景中,高温、暴雨、电磁干扰等因素会影响弱电传输信号稳定性;部分安防设备长期不间断运行,出现老化、损耗,导致传输效率下降、AI分析响应变慢,进一步加剧协同问题。

## 2.4 问题解决的必要性与紧迫性

(1) 行业发展对协同优化的需求: 随着安防监控向智能化、规模化、精细化升级,传统协同模式已无法适配高清化、实时化的管控需求,解决两者协同问题,是提升安防系统整体性能、满足行业高质量发展的必然要求,也是推动安防领域智能化转型的关键。(2) 技术升

级对协同优化的推动: AI技术与弱电传输技术持续迭代升级,为两者协同优化提供了坚实技术支撑,同时也对协同适配提出了更高要求。及时解决协同过程中的各类问题,才能充分发挥技术优势,推动安防监控领域的技术革新与产业升级,提升行业整体竞争力。

## 3 安防监控领域中AI视频分析技术与弱电传输网络协同优化策略

### 3.1 网络架构协同优化策略

(1) 分层分布式网络架构构建: 打破传统集中式架构的局限性,构建“边缘接入层-汇聚传输层-核心管控层”的分层分布式架构。边缘接入层负责前端摄像头、AI边缘设备的接入,就近完成初步数据处理;汇聚传输层通过光纤、以太网等弱电传输技术,实现数据的高效汇聚与转发;核心管控层统筹全局资源,实现AI分析与传输网络的协同调度,提升架构的灵活性与可扩展性,适配不同规模安防场景的协同需求。(2) 边缘计算与弱电传输的融合优化: 将边缘计算技术与弱电传输网络深度融合,在边缘节点部署轻量级AI算法,完成视频数据的初步分析、筛选与压缩,仅将关键数据(如异常行为片段、目标特征)通过弱电传输网络上传至中心节点,减少无效数据传输,降低带宽占用。同时优化边缘节点与传输网络的接口适配,提升数据传输效率,实现边缘计算与弱电传输的协同联动<sup>[3]</sup>。(3) 网络拓扑结构的自适应调整: 基于安防场景的实时需求与网络运行状态,设计自适应拓扑调整机制。通过实时监测弱电传输网络的带宽、延迟、节点负载等参数,当出现网络拥堵、节点故障时,自动调整拓扑结构,切换传输路径,确保AI视频分析数据的稳定传输。针对高密度监控区域,动态增加汇聚节点,优化传输链路,提升协同运行的可靠性。

### 3.2 数据传输与AI分析协同优化

(1) 视频数据压缩与编码协同优化: 采用H.265/H.266高效编码标准,结合AI视频分析的需求,实现编码与分析的协同优化。针对AI分析关键区域(如人脸、车辆),采用高码率编码,保障分析精度;针对无关键目标的区域,采用低码率编码,降低带宽占用。同时引入智能压缩算法,根据AI分析结果动态调整压缩比,在不影响分析精度的前提下,最大化降低传输压力。(2) 基于网络状态的AI分析参数动态调整: 建立网络状态与AI分析参数的联动机制,实时监测弱电传输网络的带宽、延迟等状态。当网络带宽不足、延迟过高时,自动调整AI分析参数,降低目标检测的帧率、缩小分析范围,优先保障核心目标的识别精度;当网络状态良好时,恢复参数设置,提升AI分析的全面性与准确性,实现两者的动态适

配。(3) 关键数据优先传输机制设计: 结合AI视频分析的需求, 划分数据优先级, 设计关键数据优先传输机制。将AI识别的异常行为数据、目标特征数据、紧急预警信息列为高优先级, 优先占用弱电传输带宽; 将普通监控视频、历史回放数据列为低优先级, 合理分配带宽资源。通过优先级调度, 确保关键数据快速传输, 保障AI分析的实时性与应急处置的及时性<sup>[4]</sup>。

### 3.3 资源分配协同优化策略

(1) 带宽资源的动态分配算法: 设计基于AI分析需求与网络负载的动态带宽分配算法, 实时采集AI视频分析的带宽需求、弱电传输网络的负载状态, 动态分配带宽资源。针对高清监控、密集分析场景, 自动增加带宽配额; 针对低负载场景, 回收冗余带宽, 分配至需求较高的区域, 实现带宽资源的高效利用, 避免带宽不足或浪费问题。(2) AI计算资源与传输资源的协同调度: 建立AI计算资源与弱电传输资源的协同调度平台, 统筹管理算力资源与传输资源。当AI分析任务激增时, 自动调度边缘节点的算力资源, 减轻中心节点压力, 同时优化传输链路, 保障数据传输与计算的协同推进; 当传输网络负载过高时, 适当调整AI计算任务的分配, 降低数据传输压力, 实现两者的动态平衡。(3) 边缘节点与中心节点资源协同配置: 优化边缘节点与中心节点的资源配置, 根据安防场景的分布与需求, 合理部署边缘节点的数量与位置, 确保边缘节点能够就近处理前端数据, 减少传输延迟。中心节点重点负责全局管控、复杂AI分析任务与数据存储, 边缘节点负责实时初步分析与数据转发, 通过资源协同配置, 提升系统整体的协同效率与资源利用率。

### 3.4 稳定性与安全性协同优化

(1) 弱电传输网络抗干扰优化: 针对安防场景的干扰因素, 采取多重抗干扰措施。在户外传输链路中, 采用屏蔽型弱电电缆、光纤传输技术, 抵御电磁干扰、环境干扰; 优化传输节点的布局, 减少信号衰减, 提升传输稳定性。同时引入信号放大技术, 对远距离传输的信号进行增强, 避免因信号微弱导致的传输中断或数据失

真。(2) AI分析数据传输的加密防护: 加强AI分析数据传输过程的安全性, 采用AES加密算法对传输数据进行全程加密, 防止数据被窃取、篡改。建立数据身份认证机制, 对前端设备、传输节点、AI系统进行身份验证, 杜绝非法设备接入与数据泄露。同时定期更新加密密钥, 提升数据传输的安全性, 保障安防数据的隐私与安全<sup>[5]</sup>。(3) 协同系统的容错机制设计: 设计完善的容错机制, 应对设备故障、网络中断等突发情况。在弱电传输网络中, 部署冗余传输链路, 当主链路故障时, 自动切换至备用链路, 确保数据传输不中断; 在AI分析系统中, 建立故障冗余机制, 当某一节点故障时, 自动将分析任务切换至其他节点, 保障AI分析的连续性。同时建立故障预警与快速修复机制, 及时发现并解决协同过程中的故障问题, 提升系统的可靠性。

### 结束语

本文围绕安防监控领域AI视频分析与弱电传输网络协同优化展开全面研究, 明确了协同核心问题与根源, 提出的分层分布式架构、动态资源调度等策略, 可有效提升两者协同效能, 破解带宽、延迟等关键瓶颈。研究仍存在一定局限, 未来可结合AI智能体、5G等新技术深化优化, 推动协同模式迭代, 为智慧安防行业高质量发展提供更具针对性的解决方案, 助力构建更高效、可靠的安防防控体系。

### 参考文献

- [1]张卫明.人工智能视频分析技术在智能安防中的创新应用[J].计算机科学,2023,50(10):215-223.
- [2]蔡立云虞健飞.安防监控系统中视频存储技术的研究[J].华东科技:综合,2020,9(3):94-97.
- [3]陈静,赵晓东.安防监控网络传输优化策略研究[J].通信技术,2022,55(8):110-113.
- [4]刘峰,孙雨.边缘计算驱动的视频监控系统网络架构重构[J].电子与信息学报,2023,45(6):174-179.
- [5]吴明,周慧.H.266编码在安防监控数据传输中的性能分析[J].电视技术,2024,48(2):56-63.