

弱电智能化安防系统技术研究

楼东升

浙江大华技术股份有限公司 浙江 杭州 310051

摘要：随着社会对安全需求的日益增长，弱电智能化安防系统成为保障各类场所安全的重要手段。本文围绕弱电智能化安防系统技术展开研究，阐述了系统的概述，包括其定义、架构及功能。剖析了视频监控、入侵检测、门禁控制、通信与网络等关键技术，涵盖各技术的核心原理与实现方式。探讨了该系统在智能小区、办公园区与写字楼、校园等场景的具体应用，介绍了不同场景下技术的应用特点与部署方式。研究旨在为弱电智能化安防系统的优化与发展提供参考。

关键词：弱电智能化安防系统；关键技术；具体应用

引言：弱电智能化安防系统融合多种弱电技术与智能算法，实现了从简单监控到智能防护的跨越。当前该系统在各领域应用广泛，但仍面临技术融合、场景适配等问题。本文通过对系统概述、关键技术及具体应用的研究，旨在梳理其技术体系与应用模式，为解决实际应用中的问题、推动技术创新提供理论支持，具有重要的现实意义与应用价值。

1 弱电智能化安防系统概述

弱电智能化安防系统是基于弱电技术构建的综合性安全防护体系，以信息采集、智能分析和联动控制为核心，广泛应用于建筑、园区或者教育教培、社区等领域。其范畴涵盖视频监控、入侵报警、门禁控制、停车场管理等子系统，各子系统通过协同运作形成立体化安防网络，既满足基础安全防范需求，又能适应复杂场景的动态联动要求。

系统采用分层架构设计，可分为前端感知层、传输层、处理层和应用层。前端感知层由高清摄像头、红外传感器、指纹识别器等设备构成，负责采集视频、生物特征、环境状态等数据；传输层依托光纤、无线网络等载体，实现数据的高速稳定传输，支持实时监控与远程控制；处理层通过服务器与智能算法对数据进行分析处理，完成目标识别、异常行为判断等核心任务；应用层则以监控中心、移动终端为载体，提供可视化管理界面与操作入口，满足用户对安防系统的实时管控需求^[1]。

2 弱电智能化安防系统关键技术

2.1 视频监控技术

视频监控技术是弱电智能化安防系统的核心组成部分，其关键技术如下：（1）高清与超高清成像技术。通过采用大尺寸感光元件，如1/1.7英寸及以上的CMOS传感器，结合像素合并技术，可有效提高单像素感光面积，

增强低光环境下的成像质量；最新第2代AIISP深度图像处理架构，可实现2层2D降噪，3层时域降噪，出色的抗色噪能力强化HSV颜色空间还原模块，色彩还原力提升30%，让画面色彩更真实；夜视画面（低照度场景下）色彩饱满艳丽、观感舒适，图像无畸变、无拖影，车牌识别防过曝；镜头光学设计上，采用多组非球面镜片组，降低畸变和色差，配合自动对焦算法，实现快速精准的焦点锁定。宽动态范围技术通过多帧合成，扩展图像的亮度层级，避免强光区域过曝和阴影区域丢失细节，确保复杂光线环境下的图像清晰度。（2）智能视频分析技术。以数字图像处理为基础，依托深度学习算法构建多层神经网络模型。特征提取阶段，通过卷积层对图像进行多尺度特征映射，捕捉目标的边缘、纹理等基础特征；特征融合层将不同层级的特征进行聚合，形成更具辨识度的高阶特征。目标检测算法采用锚框机制，结合非极大值抑制，实现对多类目标的实时定位。（3）视频传输技术。有线传输中，光纤传输依赖光信号调制解调技术，采用波分复用可提升传输带宽，单纤双向传输技术减少光纤资源占用。无线传输则基于正交频分复用技术，通过子载波分配和功率控制，抵抗多径干扰。传输协议上，采用实时传输协议封装视频数据，配合实时控制协议进行传输质量监控，动态调整码率以适应网络带宽波动。（4）视频存储技术。分布式存储架构采用多节点冗余设计，通过数据分片和副本机制，实现数据的并行读写和故障冗余。存储格式上，采用H.265/HEVC等高效编码标准。时间轴索引技术允许按时间点快速定位和调取录像片段，配合数据压缩算法，在不损失关键信息的前提下减少存储容量需求。

2.2 入侵检测技术

入侵检测技术通过对异常行为的感知与识别，其技

术核心在于提升检测的准确性和响应速度,具体技术如下:(1)传感器技术。红外传感器基于热释电效应,通过检测物体辐射的红外线能量变化触发信号,采用双元探头设计可降低环境温度变化引起的误报。微波传感器利用多普勒效应,发射特定频率的微波信号,通过接收反射信号的频率偏移判断是否存在移动目标,其探测范围受发射功率和天线方向性影响。振动传感器通过压电晶体将机械振动转化为电信号,经滤波和放大处理,提取振动的频率和幅度特征,区分不同类型的振动源。

(2)入侵行为识别算法。对传感器采集的原始信号进行预处理,包括噪声过滤,采用小波变换去除高频干扰,通过均值滤波平滑信号波动。特征提取阶段,提取信号的时域特征和频域特征,构建特征向量。(3)报警联动技术。通过统一的协议转换器,将不同类型传感器的报警信号转换为标准格式,接入中央控制单元。控制单元内置联动逻辑引擎,可根据报警类型和优先级,生成控制指令。信号传输采用硬接线和网络通信双重备份,确保联动指令的可靠送达,实现与其他子系统的快速响应对接^[2]。

2.3 门禁控制技术

门禁控制技术通过身份核验与权限管理,实现对出入口的精准管控,其技术重点在于身份识别的安全性和权限管理的灵活性,关键技术如下:(1)身份识别技术。涵盖多种生物特征与非生物特征识别方式,生物识别中,指纹识别通过电容式传感器采集指纹的脊谷分布,提取minutiae特征点进行匹配;人脸识别采用多光谱成像,捕捉面部的纹理、轮廓等静态特征和微表情等动态特征,通过三维建模解决姿态变化问题;虹膜识别则利用近红外光源照射虹膜,采集其独特的纹理图案,经图像分割和归一化处理后进行特征比对。非生物识别技术中,IC卡采用射频耦合方式进行数据交换,内置加密芯片实现双向认证,ID卡则通过卡号进行身份标识,安全性相对较低。(2)访问权限管理技术。系统预设角色集合,每个角色关联特定的访问权限。用户与角色通过多对多关系映射,实现权限的批量分配。权限校验采用实时比对机制,当用户发起访问请求时,系统实时查询其关联角色的权限集合,与当前访问场景参数进行匹配,输出权限校验结果。权限数据存储采用加密数据库,通过访问控制列表限制数据操作权限,确保权限信息的安全性。(3)门禁设备与系统集成技术。门禁控制器采用ARM架构处理器,内置实时操作系统,支持多种通信接口。设备固件采用模块化设计,可通过远程升级扩展功能。系统集成层面,采用开放的应用程序接口,

支持与其他系统进行数据交换,通过中间件实现不同协议的转换,确保数据格式的一致性。

2.4 通信与网络技术

通信与网络技术为弱电智能化安防系统提供数据传输通道,其技术性能决定系统的稳定性和扩展性,主要技术包含以下:(1)有线通信技术各有适用场景。同轴电缆传输基于模拟信号调制技术,采用阻抗匹配设计减少信号衰减,适用于短距离视频传输;双绞线通过差分信号传输降低电磁干扰,超五类及以上双绞线支持千兆以太网传输,常用于近距离数据通信;光纤传输利用光的全反射原理传递信号,单模光纤传输距离可达数十公里,多模光纤适用于中短距离高带宽传输,两者均具备极强的抗干扰能力。(2)无线通信技术。Wi-Fi基于IEEE802.11系列标准,采用2.4GHz和5GHz双频段,通过MIMO技术提升传输速率和覆盖范围,适用于高密度设备接入场景;蓝牙技术采用跳频扩频技术,低功耗蓝牙通过降低发射功率和缩短活跃时间减少能耗,适用于近距离低速率数据传输;ZigBee和LoRa基于IEEE802.15.4标准,采用星型、mesh等网络拓扑,支持多节点组网,具备低功耗、长距离传输特性,适用于传感器网络;4G/5G则基于蜂窝网络架构,通过多输入多输出和波束赋形技术,实现广域覆盖和高速移动性支持。(3)网络架构与安全技术。网络架构采用分层设计,接入层采用PoE交换机为前端设备供电并提供数据接入,汇聚层通过堆叠技术提升端口密度和冗余能力,核心层采用双机热备和链路聚合,确保网络骨干的高可用性。网络安全方面,边界防护部署下一代防火墙,通过深度包检测识别异常流量;内部网络采用虚拟局域网隔离不同子系统,限制广播域范围;数据传输采用SSL/TLS加密协议,确保数据在传输过程中的机密性;设备安全通过端口扫描和漏洞检测,及时修补固件漏洞,采用强密码策略和定期密码更换机制,防止未授权访问^[3]。

3 弱电智能化安防系统技术的具体应用

3.1 在智能小区中的应用

在智能小区场景中,弱电智能化安防系统技术的应用围绕人员、车辆及公共区域的安全防护展开。视频监控技术覆盖小区出入口、主干道、单元楼门口等关键位置,采用高清摄像头实现24小时不间断图像采集,通过智能分析算法对画面中异常停留、快速移动等行为进行实时监测,同步将数据传输至小区监控中心。入侵检测技术主要部署在小区周界,通过红外对射传感器与振动传感器形成双重防护,当传感器检测到异常信号时,系统自动启动声光报警装置,并将报警信息推送至物业安

保终端。门禁控制技术应用于单元楼入口与地下车库,采用人脸识别与IC卡结合的方式进行身份核验,住户需通过权限验证方可进入,系统同时记录出入时间与人员信息,形成可追溯的出入记录。通信网络采用光纤与无线网络混合架构,确保各子系统数据传输的稳定性,住户可通过手机APP远程查看家中门口机的实时画面,实现与访客的视频通话及远程开门操作,系统后台则对设备运行状态进行实时监测,出现故障时自动发出维护提醒。

3.2 在办公园区与写字楼中的应用

人员通行管理通过一体化系统实现全流程智能化管控。门禁系统采用非接触式识别技术(如RFID、生物特征识别),员工可通过工卡或指纹、人脸验证快速通行,系统实时记录出入时间并同步至考勤模块,自动生成考勤数据。访客管理需经预约登记,线上提交身份信息后生成临时授权码,现场通过扫码或身份证核验获取临时通行权限,权限范围与有效期可根据拜访对象精准设定,离场时自动失效,全程无需人工干预。车辆通行管理依托车牌识别技术构建自动化通道。入口处高清摄像头捕捉车牌信息,系统与数据库实时比对,授权车辆自动抬杆放行,未授权车辆触发报警并拦截。车辆进出记录同步关联停车计费系统,支持无感支付或扫码支付,离场时自动结算。针对内部固定车辆,可绑定员工信息实现车位预约与导航,提升车位利用率。周界防护通过多层次技术组合形成立体防控网。外围设置红外对射或微波雷达探测器,当探测到异常翻越时立即触发声光报警,并联动监控系统调取事发区域实时画面。园区内部关键路径部署智能摄像头,具备移动侦测功能,对徘徊、奔跑等异常行为自动识别并预警,画面同步传输至监控中心。消防系统采用多维度监测与联动机制。烟雾传感器与热成像相机协同工作,实时监测空间内烟雾浓度与温度变化,当数据超出阈值时,系统立即启动声光报警,同时自动推送预警信息至物业安保终端,并触发消防联动设备(如排烟风机、应急照明)启动。

3.3 在校园中的应用

校园场景下,弱电智能化安防系统技术的应用兼顾

安全防护与教学秩序保障。视频监控技术覆盖校园围墙、教学楼、操场、宿舍区等区域,采用具有宽动态功能的摄像头,适应不同光线条件下的拍摄需求,针对校园内学生聚集区域,系统通过智能算法识别打架、追逐等危险行为,及时向值班老师发送预警信息。入侵检测技术部署在校园周界与实验室等重点区域,周界采用脉冲电子围栏与振动光纤传感器,当有外力破坏或翻越行为时,系统立即启动报警;实验室门口安装红外传感器,非授权人员靠近时触发局部报警,同时联动实验室内部的监控设备聚焦拍摄。门禁控制技术应用于校门、教学楼及宿舍出入口,校门采用人脸识别技术对进出人员进行身份核验,区分学生、教职工与外来访客,外来人员需登记身份信息并获取临时授权后方可进入;教学楼与宿舍则根据上课时间与作息时间表自动调整门禁权限,上课期间禁止学生随意出入宿舍,系统同时记录学生的出入数据,为学校管理提供参考。通信网络采用校园局域网与专用安防网络分离的架构,确保安防数据传输不受教学网络流量影响,系统后台与学校保卫处、班主任终端相连,形成多级响应机制^[4]。

结束语:弱电智能化安防系统技术已形成较为完善的体系,关键技术的不断发展与应用场景的持续拓展,使其安全防护能力逐步提升。通过在不同场景的实践应用,验证了其有效性与适应性。但技术发展永无止境,未来还需进一步优化技术性能、加强多技术融合。相信随着研究的深入,该系统将在安全防护领域发挥更大作用,为构建更安全的社会环境提供有力保障。

参考文献

- [1]张新安.弱电智能化安防系统技术研究[J].数字通信世界,2024(11):65-67.
- [2]傅锡平.弱电智能化安防系统技术与应用研究[J].居业,2023(1):134-136.
- [3]何梁亮,金明珠,倪洪超.弱电智能化安防系统技术与应用研究[J].数字化用户,2024(6):61-62.
- [4]苑亚楠.弱电智能化安防系统技术与应用研究[J].电脑采购,2022(35):34-36.