

基于图像特征挖掘的营业厅人员 监控告警系统设计

余梓民 吴梓群 刘育华
(广东电网有限责任公司汕尾供电局)

摘要：为保证告警信号的连续性，实现对营业厅人员异常行为的精确预警，引进图像特征挖掘算法，开展营业厅人员监控告警系统的设计。根据系统设计需求，选用 Facecam 1080P、C260 1080P 高清摄像头和 NVE-4K 网络视频编码器，作为主要硬件设备。在硬件设备的支撑下，构建 SVM 分类器，进行营业厅人员监控图像分类；利用特征训练，进行人员异常行为的辨识；使用滑动窗口技术处理视频帧，设计营业厅人员异常行为的实时监控与告警响应。对比实验结果表明，设计的系统可以准确监控到视频中存在异常行为的人员，并发出连续、高频告警信号。

关键词：图像特征挖掘；软件设计；硬件设计；告警系统；监控；营业厅人员

2025-08.Dqgy 94

0 引言

营业厅作为服务行业的窗口，其安全管理和服务质量的提升变得尤为重要。现有的监控手段主要依赖于人工观察和事后回放，不仅效率低下，而且容易漏报、误报，无法满足现代营业厅对安全监控的实时性和准确性要求。因此，开发一套基于图像特征挖掘的营业厅人员监控告警系统，成为提升营业厅安全管理水平和服务质量的重要手段。

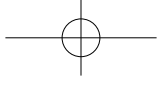
邱会^[1]等人通过对比测试，选取了 Nightingale 作为最佳开源解决方案，用于实时采集和监控图书馆 IT 基础设施的运行状态。针对图书馆的专用设备，研究者进行了二次开发，采集自定义指标，并通过微信实现了告警信息的实时传递和交互。同时，系统对接 Grafana，实现了监控数据的可视化展示。该方法成功构建了一套能够实时监控图书馆 IT 基础设施的告

警系统，有效提高了故障排查和维护效率，确保了图书馆的正常运营和信息安全。但随着图书馆 IT 基础设施的不断扩展和更新，系统的维护和升级也需要持续地投入。李志兴^[2]等人基于多源信息融合，旨在解决传统监控系统告警信号单一、易受干扰的问题。但信息融合系统的设计和实现可能较为复杂，需要较高的技术水平和专业知识。此外，由于信息来源的多样性和不确定性，如何有效处理和整合信息，降低关联的二义性。

为规范营业厅的运营管理，本文将在此次研究中，引进图像特征挖掘算法，开展营业厅人员监控告警系统的设计。

1 硬件环境设计

1.1 高清摄像头选型



在进行高清摄像头的选型时，应明确分辨率越高，图像越清晰，细节捕捉能力越强。对于营业厅人员监控告警系统，建议选择 1080P 及以上分辨率的摄像头，以确保图像细节清晰可见。同时，根据监控场景的需求，选择合适的镜头类型^[3]。广角镜头适用于监控较大范围的区域，而长焦镜头则适用于需要放大远处细节的场景。对于营业厅而言，广角镜头可能更为适用，以捕捉更多的监控区域。以此为依据，对选用的摄像头技术参数进行分析，如表 1 所示。

表 1 高清摄像头选型

序号	项目	选用的摄像头技术参数	
1	型号	Facecam 1080P	C260 1080P
2	生产厂家	/	雷柏
3	分辨率	1920 × 1080	1920 × 1080
4	镜头类型	广角	广角
5	动态范围	大动态范围	宽动态
6	夜视功能	红外补光	星光级
7	接口类型	USB2.0	USB2.0
8	电源	DC 12V	DC 5V
9	尺寸/mm	60 × 60 × 100	50 × 50 × 80

根据营业厅的布局和监控需求，确定高清摄像头的安装位置。确保摄像头能够捕捉到需要监控的区域，并避免被遮挡或干扰。同时，根据摄像头的类型和尺寸，选择合适的支架进行安装。支架应稳固可靠，以确保摄像头的稳定性和安全性。

1.2 网络视频编码器选型

在上述内容的基础上，选择支持主流视频编码标准（如 H.264、H.265）的编码器，以确保与现有系统和未来升级的兼容性。H.265 相比 H.264 在同等画质下能提供更小的文件体积和更高的压缩效率^[4]。在此基础上，根据营业厅监控需求，选择支持高分辨率（如 1080P、4K）和高帧率（如 30fps、60fps）的视频编码器，以确保图像质量和流畅度。以此为依据，对选用的网络视频编码器技术参数进行分析，如表 2 所示。

表 2 网络视频编码器选型

序号	项目	参数
1	型号	NVE-4K
2	编码标准	H.265/H.264
3	最大分辨率	3840 × 2160
4	最大帧率	60fps
5	网络接口	以太网、WiFi
6	传输协议	RTSP、RTMP、HTTP
7	音频处理	支持

根据营业厅的布局和监控需求，确定网络视频编码器的安装位置。确保编码器能够方便地与摄像头、网络设备和存储设备连接^[5]。使用视频线缆（如 HDMI、SDI、VGA 等）将摄像头与网络视频编码器连接。确保线缆的质量和长度满足系统要求，并避免信号干扰和衰减。根据系统要求，配置网络视频编码器的软件参数，如编码格式、分辨率、帧率、音频编码等。然后进行系统调试，确保编码器能够正常工作并传输高质量的视频数据。

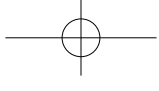
2 软件环境设计

2.1 营业厅人员监控图像分类

在硬件设备的支撑下，对监控摄像头捕捉到的图像进行分析，将图像中的目标（如人员）按照特定的类别进行分类。在此过程中，先进行监控图像的预处理，提取出图像中的关键特征。同时，构建 SVM 分类器，支持向量机（SVM）是一种二分类模型，主要是指在特征空间中找到一个最优的超平面，使得不同样本被分开。对于多分类问题，可以通过构建多个二分类 SVM 分类器或使用 SVM 的多分类扩展解决。SVM 分类器的目标函数表达式如下：

$$f = \min_{w,b} \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^m \xi_i \quad (1)$$

式中， f 为 SVM 分类器的目标函数； w 为超平面的法向量； b 为超平面的截距； m 为样本数量； i 为第 i 个样本； C 为惩罚参数，用于控制对分类错



误的惩罚程度； ξ 为松弛变量。为了找到最优的超平面，实现样本图像的精确划分，定义下述约束条件：

$$y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1 - \xi_i \quad (2)$$

式中， y 为约束函数； x 为样本标签，取值为 +1 或 -1，表示样本属于哪一类。通过对目标函数的约束，实现营业厅人员监控图像的分类。

2.2 基于图像特征挖掘的营业厅人员异常行为辨识

在上述内容的基础上，从监控图像中提取出人员的行为特征，引进图像特征挖掘技术，利用特征训练，实现对异常行为的辨识。在此过程中，利用图像挖掘算法中的光流法，计算图像中像素点的运动矢量，从而提取出人员的运动轨迹。表达式如下：

$$F(t) = f \frac{\partial I}{\partial t} + u \frac{\partial I}{\partial x} + v \frac{\partial I}{\partial y_i} \quad (3)$$

式中， F 为像素点的光流矢量； t 为时序点； I 为图像灰度值； u 为光流分量； v 为光流分量更新速度。通过求解上述方程，可以得到每个像素点的光流矢量，进而计算出人员的运动轨迹。同时，应明确姿态特征可以反映人员的身体姿势和动作。使用卷积神经网络 CNN 提取图像中的姿态特征。卷积神经网络中的卷积操作可以表示为下述计算公式：

$$S = (I \cdot K) \cdot \frac{F(t)}{(i, j)} \quad (4)$$

式中， S 为卷积操作； K 为卷积核； j 为输出次数。完成上述设计后，考虑到异常行为大多具有时序性，即一系列动作的组合。因此，可以使用挖掘算法中的循环神经网络提取时序特征。此过程为：

$$H(t) = O(t) \cdot \tanh(S \cdot C(t)) \quad (5)$$

式中， H 为营业厅人员的时序特征； O 为异常行为模板； h 为池化操作； C 为姿态特征（高阶特征行为）。输出特征对应的时序，将其输入分类器，通过对特征与异常行为特征的匹配，完成营业厅人员异常行为的辨识。

2.3 实时监控与告警响应

实时监控是通过连续分析监控视频流检测异常行为的过程，为满足系统的设计需求，使用滑动窗口技术处理视频帧。在此过程中，计算窗口大小（即处理的连续帧数量）和帧率（即每秒处理的帧数）。计算公式如下：

$$W = H(t) \cdot F \cdot N \quad (6)$$

式中， W 为滑动窗口技术中的帧率； N 为窗口大小。通过比较当前帧或帧序列的特征与预定义的异常行为特征库，进行营业厅人员异常行为的实时监控。此过程为：

$$D = \sqrt{W^2 - \chi^2} \quad (7)$$

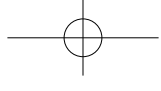
式中， D 为异常行为检测中的距离度量； χ 为特征向量的维度。一旦检测到异常行为，系统需要立即触发告警响应机制，包括发送告警信息到安全人员、触发警报声、记录异常行为视频片段等。告警响应机制分为三类，其一为发送告警信息，通过短信、邮件或即时通讯工具将告警信息发送给指定的安全人员。其二为触发警报声，在监控中心或营业厅内触发警报声，以引起注意。其三为记录异常行为，将包含异常行为的视频片段保存到指定的存储位置，以便后续分析和审查。通过上述步骤，实现营业厅人员的实时监控与告警响应。

3 对比实验

3.1 实验准备

本次实验选择某城市中心的营业厅作为研究试点。该营业厅占地面积约 200m²，日均客流量达到 500 人次以上，高峰期客流量可超过 800 人次。营业厅内设有多个服务窗口，包括业务咨询、业务办理、自助服务终端等区域，配备了完善的监控设备和安全系统。

该营业厅提供多种业务服务，如话费充值、套



餐办理、宽带业务等，拥有专业的客服团队和高效的业务流程。近年来，随着数字化转型的推进，该营业厅还引入了智能化设备和系统，如智能导航机器人、自助缴费机等，提升了客户体验和运营效率。对营业厅人员监控数据库构成进行分析，如表 3 所示。

表 3 营业厅人员监控数据库构成

员工编号	年龄	性别	职位	所属部门	工作状态
1	28	男	客服经理	客户服务部	在岗
2	32	女	业务员	业务办理部	在岗
3	25	男	导览员	接待引导部	请假中
4	30	女	财务专员	财务管理部	在岗
5	27	男	技术支持	技术保障部	出差中

据统计，该营业厅的监控告警系统平均响应时间为 min，而在高峰期，此时间可能延长至 20min 甚至更久。此种滞后性可能导致一些紧急情况无法得到及时处理，从而引发安全隐患。

此外，由于系统误报和漏报的情况时有发生，导致管理人员在处理告警信息时容易产生混淆和误解。在过去的一个月内，该系统共发出 100 次告警，其中误报和漏报的比例高达 20%。不仅浪费了管理人员的时间和精力，还可能影响到营业厅的正常运营。

3.2 实验步骤

根据真实的营业厅布局，搭建一个相似的测试场景，如图 1 所示。

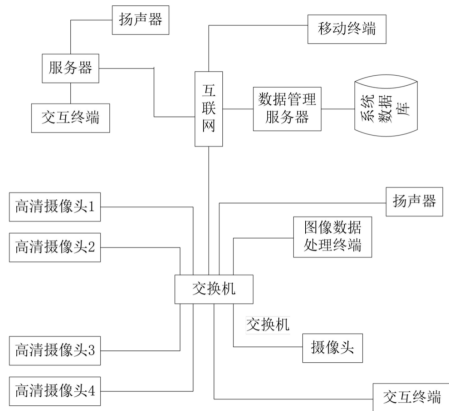


图 1 营业厅人员监控告警系统测试平台

在此基础上，引进文献 [1] 提出的基于 Nightingale 的告警系统，文献 [2] 提出的基于多源信息融合的告警系统，将其作为对照。同时应用三种方法，对营业厅人员进行监控告警。

3.3 实验结果与分析

在监控告警系统的实际应用中，将监控告警信号的频率作为检验其效果的重要指标。在已知视频监控中存在某营业厅人员持续异常行为的情况下，使用系统对其进行监控，如果系统发出连续高频的预警信号，表示系统能够准确地识别并响应异常行为，从而达到预期的应用效果。此种情况下，管理人员可以迅速采取相应措施，确保营业厅的安全和稳定运营。

如果告警信号不连续或信号频率较低，表明系统在设计和实现上存在不足，即系统的识别算法可能不够精确，或者系统的响应机制存在延迟。现有不足可能导致系统无法及时、准确地发出预警信号，从而影响到营业厅的安全和运营效果。以此为依据，对实验结果进行分析，如图 2 所示。

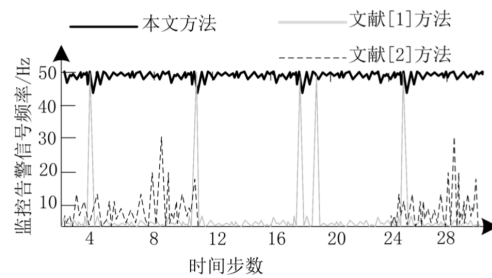
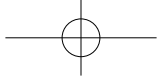


图 2 营业厅人员监控告警信号频率

从图 2 可以看出，应用本文方法进行营业厅人员监控告警，系统可以准确监控到视频中存在异常行为的人员，并发出连续、高频告警信号。而文献 [1] 发出的告警信号虽然连续，但存在频率较低的问题，无法在实际应用中起到警示的效果。文献 [2] 方法的告警信号存在中断，与实际情况不符。

综合上述实验结果可以证明，只有本文设计的方



法可以在实际应用中起到对应的告警效果。

4 结束语

近年来，图像处理和人工智能技术的快速发展为智能监控系统的研发提供了强有力的技术支持。通过引入先进的图像识别、特征提取和机器学习算法，系统能够自动分析监控视频中的图像信息，实时监测营业厅内的人员活动情况，并在异常事件发生时及时发出告警，有效提升了安全监控的智能化水平。随着营业厅业务量的不断增加和客户服务需求的多样化，对监控系统的功能和性能也提出了更高的要求。传统的监控系统只能提供基本的视频监控和回放功能，无法满足对人员行为分析、异常事件预警等高级需求。而基于图像特征挖掘的监控告警系统，则能够通过深度挖掘图像中的关键信息，实现对人员行为的精准识别和分析，为营业厅的安全管理和客户服务提供有力的支持。因此，本文通过营业厅人员监控图像分类、营业厅人员异常行为辨识、实时监控与告警响应，完成了此次设计。通过引入先进的图像处理和人工智能技术，系统能够实现对营业厅内人员活动的实时监测和异常事件的及时预警，为营业厅的安全运营和客户服务提供更加全面和有效的保障。

参考文献

- [1] 邱会，欧晨. 基于 Nightingale 的实时监控告警系统在图书馆的应用 [J]. 现代信息科技，2024，8（13）：151-155.
- [2] 李志兴，陈霖，王宾，等. 基于多源信息融合的监控系统越级告警技术研究 [J]. 水电与新能源，2024，38（1）：1-3，11.
- [3] 宋子锋. 基于光电转换的通信电源干接点信号传输监控系统 [J]. 电气技术与经济，2023（10）：368-370，376.
- [4] 吴昊，周舟，周本伟，等. 基于 Docker 的地震业务监控和告警系统的设计与实现 [J]. 长江信息通信，2023，36（12）：100-103.
- [5] 张新禹. 基于 Apriori 算法的气象业务监控系统告警关联分析 [J]. 现代信息科技，2023，7（17）：75-80.

（收稿日期：2024-11-19）