

基于智慧矿山的无感打卡系统研究与应用

文◆陕西陕煤陕北矿业有限公司 刘坤

引言

随着智慧矿山和智慧园区的不断发展,人脸识别技术在考勤管理中的应用越来越广泛,在考勤管理中扮演着越来越重要的角色。取代了刷卡签到的传统方式,提高了大多数地区的签到效率和精准度。传统打卡方式通常需要人工操作,如刷卡、签到或使用指纹等方式。然而,这种方式受人员的诚实性、主动性等因素影响,存在欺骗性或被绕过的风险。传统打卡方式的时效性和实时性较差,特别是在大型矿山中,需要花费较长时间收集、整理和处理打卡数据,导致实时监控和管理变得困难。此外,传统打卡方式容易受到人为因素和环境因素影响,如磁卡损坏、签到单遗失等,导致数据准确性下降。

作为一种高效便捷的出勤方式,无感人脸识别出勤、大数据的出现以及算法的发展让深度学习技术有了长足的进步,主流的人像识别已经取得了丰硕的成果。Facebook 提出的 DeepFace^[1] 是基于人脸 3D 建模的人像卷积神经网络应用,香港中文大学汤晓鸥团队提出的 DeepID^[2] 系列,将图像进行分割,对每一块进行

单独特征提取,最后将多个人脸区域特征拼接得到图像的总特征。

利用高精度传感器和自动化设备,通过网络连接和云端技术,智慧矿山对打卡数据进行实时采集、传输和存储,使管理人员在任何时间都能对工作情况了如指掌,并及时作出调整和决策。减缓了人工操作的依赖性,有效防止风险发生,保障了数据的安全性和可靠性。通过图像感应器上报的打卡数据,利用软件系统进行人像分析,直观展现矿区人员打卡情况,实现自动化上层操作策略或为管理人员提供决策依据。为实现“无感打卡”^[3]的区域化智能决策和自动化协同作业提供了极大的便利,创造了无感打卡系统,整合了多系统信息,提高了工作效率,提高了管理的便捷性和安全性,促进了采掘业的发展。

1 系统整体框架

基于智慧矿山的无感打卡系统框架如图 1 所示,根据通用性原则,分为软件部分和硬件部分,根据园区实际需求进一步拓展,建立与互联网及相关应用的连接和数据共享,根据需求和场景灵活设置终端应用。

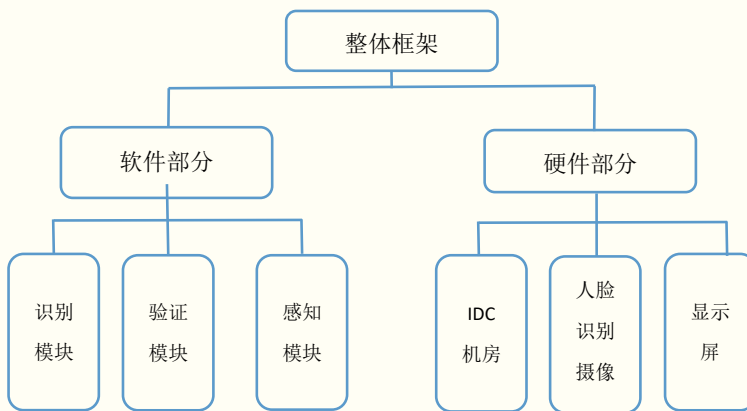


图 1 无感打卡系统框架

基于智慧矿山的无感打卡系统的设计实现,从软件和硬件两个角度进行考虑。在软件方面,设计合理的系统架构、数据存储与管理方案、算法设计和优化以及用户界面设计。在硬件方面,部署定位设备、传感器、摄像头和通信设备等硬件设施。通过软硬件的协同工作,实现矿山

【作者简介】刘坤(1985—),男,陕西府谷人,本科,工程师,从事矿山智能化工作。

工作人员的无感打卡功能，提高矿山管理的效率和安全性^[4]。

2 系统模块设计

2.1 软件部分

人脸识别算法以提取和比对人脸图像特征为核心，目标是从人脸图像中提取特征向量，该向量标识个体，包括人脸的形状、纹理、颜色等信息。对个体的识别和验证通过将特征与数据库中已知的人脸特征进行数量比对实现，主要功能模块设计如下。

2.1.1 感知模块

该模块基于智慧矿区摄像机识别和人脸识别技术，实现自动打卡、大容量人脸库、陌生人识别和预警以及人员属性识别等功能，提高了员工打卡体验度，减少了服务器资源消耗，增强了系统的安全性和管理能力。为了实现对矿区内人员的实时感知，选择合适的传感器，并布置在关键位置。首先，利用红外线感应器、超声波感应器等技术，实现对进出人员的检测，做到“心中有数”。其次，通过视频监控摄像头配合作识别算法，对矿区内的人员行为进行实时监测。最后，使用温度传感器、湿度传感器等检测室内环境变化的环境传感器，通过采集传感器的数据，结合智能化的算法进行处理，实时感知矿区内人员的存在，确保准确性和实时性。

2.1.2 识别模块

由于实际矿区场景环境复杂，图像采集受低照度、尺度多变和衣物遮挡等因素影响，应对人脸面部影像进行预处理，以提升人脸辨识精准度。

首先，使用 Haar Cascade 算法和 CNN 网络对从摄像头捕获的图像进行定位和裁剪，以获取人脸区域。预处理后的图像使用关键点检测方法，将人脸区域进行旋转、缩放和平移，使人脸的眼睛、鼻子和嘴巴对齐到标准位置。其次，使用 Eigenfaces 方法^[5]提取出对齐后的人脸图像中具有鉴别能力的特征向量。为进一步精准识别矿区内人员身份，采用人像识别技术和深度学习算法相结合的方法。一是采用 Deep Learning 算法进行模型训练大量采集者面影影像资料。在实时识别过程中，通过摄像头获取人脸图像，并将其与事先训练好的模型进行比对，识别出人员的身份信息。最后，为了提高识别准确性，引入活体检测技术，以区分真实人脸和照片等欺骗手段，实现对矿区内人员身份的精准识别。

2.1.3 验证模块

在设计基于人脸识别的无感打卡系统时，验证人脸是否为系统中的注册用户至关重要，应对数据库中已知的人脸特征进行提取向量比对。由于矿区复杂的场景环境和工作人员着装、遮挡、光线等方面的差异，使真实场景下的模特泛化性、鲁棒性大打折扣。为解决上述问题，针对矿区人员穿戴问题，提出了基于外观不变的通道注意力特征提取网络 (CANET)，提高了模型对人员外观变化的适应性，在矿区场景下实现了对人员身份的准确识别 (Community)。抽取面部关键部位的特征参数，如眼、鼻、口部位以及尺寸等，通过主成分分析 (PCA) 进行降维处理，产生具有区分性的特征向量。将提取到的特征向量与数据库中已知的人脸特征进行比对应后得出结论。

为了确保打卡的准确性和安全性，系统加入人像的重识别功能。针对矿区人员统一工作服的困难，提出了以权重约束为基础，保证模型得到更好区分度和高性能的样本损失函数 (Trihardwloss)。针对光线和遮挡问题，Colorj 和随机擦除 (REA) 两种数据增强策略在实际场景中改善了模型的泛化性和坚固性。根据特征匹配的结果判断是否为合法用户。如果配型成功，就会记录打卡时间，产生相应的数据记录。为了防止作弊行为，利用活体检测功能抵御照片、视频等代打卡作弊手段。活体检测技术^[6]可以通过分析人脸图像中的微小运动，如眨眼、张嘴等生理信号，判断是否为真实的活体人脸。只有当活体检测结果为真时，才允许进行打卡操作，确保系统的可靠性和安全性。

2.2 硬件部分

2.2.1 人脸识别摄像头

人脸识别摄像头是用来采集人员脸部特征和识别的设备，它利用高清摄像头自动捕捉并识别进出人员信息，实现自动上下班打卡，自动进出统计。人脸识别摄像头设置在采集区门口或其他需要出勤的地方，无需与设备直接接触就可以获取人脸图像，无需手机、打卡机等设备就可以实现轻松打卡，无需专门配合采集设备，被采集者在无感知的情况下实现人脸图像的获取，被采集者不易察觉。人脸识别摄像头识别准确率达 99% 以上，安全性和可靠性更高。

信号采集由高精度图像传感器和控制器 (Controller) 两部分组成。图像传感器负责捕捉人脸图像，并将其转换为数字信号上

传至数据处理中心。控制器负责控制图像传感器的工作状态，并根据数据处理端下达的命令对采集到的数据进行处理并反馈。为实现灵活部署，图像传感器应根据需求进行选择 and 配置。选择高分辨率的传感器有利于提高图像质量，也可使用具有特定功能（如红外成像）的传感器满足特殊需求。此外，根据矿区实际环境调整传感器的曝光时间、增益等参数，有利于采集图像画质达到最佳化。

2.2.2 IDC 机房

IDC 机房是记录出勤打卡数据、工作人员照片保存与管理的设备。服务器采用本地化部署方式，无感考勤数据存在于企业内部，不在云端，因此更加安全可靠。服务器采用最新的 RAID 安全备份技术，增加了数据的安全性。Server 提供排班管理、假期管理、流程设定、出勤资料查询、自定报表、规则决策树、自定义 workflow、配置报表等行动打卡功能以及低码开发技术。

云端伺服器群组部署资料处理层，对收集到的人像资料进行实时处理与分析。通过先前构建的感知、识别、验证等算法模块，对人像数据进行识别、比对和统计等操作，实现无感打卡功能。将采集到的人像数据进行预处理，包括图像增强、去噪、特征提取等操作，以提高后续处理的准确性和效率。通过与已有的人脸数据库进行比对，判断当前人像是否存在于数据库中，从而实现无感打卡的功能^[7]。

除了无感打卡功能外，在 IDC 中部署的数据处理层还可以

根据客户应用端的需求，对数据进行处理和分析。例如，根据人像数据生成相关数据、表格、图示、视频等应用，以便客户应用端能够更直观地展示和理解数据。同时，这些应用请求也可以发送到总控制室，实现整体呈现，方便控制人员及时下达相关操作指令。因此，依托智慧矿山 IDC 机房，实现本地应用的实时、灵活部署，避免了数据传输的延迟和网络不稳定等问题，提高了数据处理的速度和可靠性。

2.2.3 显示屏

显示屏是显示人员考勤信息的设备，通过连接人脸识别摄像头和服务器，将识别的头像、姓名、工号等信息显示在大屏上，即可完成人员考勤签到。显示屏还可以将打卡记录推送至公司管理大屏或员工绑定的微信公众号上，不仅可以提醒员工打卡情况，还支持多人无感同时签到，有效解决打卡排队拥挤和效率低的问题，有利于提升企业形象，方便员工打卡。

结语

本文介绍了基于智慧矿山的无感打卡系统方案设计，具体方案落地和部署应结合矿区的实际情况和需求灵活调整。若环境恶劣，如高温、高湿和灰尘等，都会影响系统的正常运行。此外，光照条件、面部表情、衣服异物遮挡等因素，也会对面脸识别的准确性造成影响。为保证系统稳定可靠，应采取相应的保护措施。在后续研究中，应对人脸识别算法进行不断的改进和实验，提高其鲁棒性和稳定性。最终实现提高矿区管理效率、增加安全便捷性、智慧园区开发利用和无感打卡制度的实施。■

引用

- [1] Taigman Y, Yang M, Ranzato M A, et al. Deepface: Closing the Gap to Human-level Performance in Face Verification[C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2014: 1701-1708.
- [2] Sun Y, Wang X, Tang X. Deep Learning Face Representation by Joint Identification-Verification[J]. arXiv preprint arXiv:1406.4773, 2014.
- [3] 王国法, 王虹, 任怀伟, 等. 智慧煤矿 2025 情景目标和发展路径[J]. 煤炭学报, 2018, 43(2): 295-305.
- [4] 张瑞新, 毛善君, 赵红泽, 等. 智慧露天矿山建设基本框架及体系设计[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(10): 1-23.
- [5] 张中伟, 陈浩. 基于边缘计算的人脸识别模型研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2023, 18(4): 363-371.
- [6] 刘文斌. 特征支路优化的多模态活体检测系统设计与实现[D]. 厦门: 厦门大学, 2021.
- [7] 胡欣. 广电融合网在全矿区可视化应急指挥通信中的应用探讨[J]. 无线互联科技, 2018, 15(23): 1-3.