

基于人脸和步态的多生物特征识别认证系统研究

赵汝文 王 硕 梁王欢

(桂林电子科技大学 数学与计算科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 随着信息技术的不断发展, 如何鉴定用户身份以确保信息安全显得特别重要。基于输入密码机制的系统安全系数不高, 因此基于人体的生物特征如指纹、虹膜、声音、人脸等来对身份进行识别成为了目前的一个研究热点。由于每种身份认证技术都各有优缺点, 将多种技术融合可以取长补短, 提高身份认证技术的有效性和安全性。因此, 本文提出了一种基于开源框架 OpenBR 的人脸识别和体态的多生物特征身份识别方法。首先, 利用普通摄像头对用户进行图像采集, 使用 OpenBR 的框架完成对人脸数据的识别, 提取出用户人脸轮廓信息、年龄和性别的生物信息, 再结合步态特征进行生物特征融合, 提高了认证系统的准确率和安全性, 扩大了多生物特征识别的使用范围。

关键词: 多生物特征识别; 步态识别; 人脸识别; 身份认证

目前, 有很多精确度相对较高的人脸识别算法, 它们的准确率甚至已经超过了 90%。我们可以用这些算法去实现具体的应用, 如身份识别认证、图像搜索等各种应用。但是, 在某个应用中想要使用他们或许很难, 因为这可能涉及到编程所使用的语言以及程序的运行环境。由于这些局限, 使得这些高效的人脸识别认证算法很难推广。

同时, 相关的研究发现, 人体的步态特征可以用于用户的身份识别, 由于人体的步态特征具有非接触性、可以远距离获取生物特征, 这在身份识别方面优于其他生物特征识别。因此, 在目前智能监控高覆盖率的情况下可以进行广泛的部署应用。但是,

在部署身份认证系统时, 存在由于步态识别如果碰到较为复杂的环境, 对运动人体以及对人体轮廓进行分割的难度会加大问题。另外还存在识别的准确率不够的问题。

因此, 综合上述问题, 本文提出了一种基于人体步态识别和人体脸部特征识别融合识别的方法, 并改进这两个方面的相关算法和模型。本认证系统方案中采用开源项目 OpenBR (Open Source Biometric Recognition) 框架, 它是建立在 OpenCV 之上的, 并且 OpenBR 通过整合主成份分析 (Principal Component Analysis, PCA)、局部二进制模式 (Local Binary Patterns, LBP) 以及线性判别式分析 (Linear Discriminant Analysis, LDA) 等来实现对人脸识别、性别判断以及年龄估计等。相对于传统的人脸识别算法, 仅仅能识别人脸的轮廓数据, 而 OpenBR 则除了人脸轮廓数据外, 还提取出用户的年龄和性别等生物特征。利用 Multimodal-RSM framework 融合技术, 将人脸识别特征作为附属信息对步态识别的弱分离器进行增强, 从而提升识别的准确率和识别效果。

一、生物识别技术

生物识别即是使用技术对用户身体特有的生物特征(如人脸、虹膜、指纹等)以及体态行为特征(如签名、步态、声音等)进行身份信息自动提取的技术, 并对身份信息按存储要求进行格式化输出, 存储于身份信息数据库中。生物特征信息对于用户而言可以随身携带, 而且不需要花费特征信息的维护成本。完整的生物特征识别系统过程包括生物特征数据的采集、相关数据的预处理、特征提取、生成模版、特征匹配等步骤, 如图 1 所示。

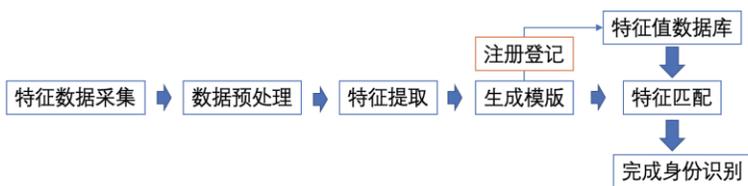


图 1 生物特征识别系统

每种身份认证技术都各有优缺点, 将多种技术融合可以取长补短, 提高身份认证技术的有效性和安全性。综合来说, 基于口令的身份认证方式简单易行, 基于密码的身份认证技术的算法稳定、成熟。智能卡的储存能力很好, 而指纹的唯一性很好。如能融合各种技术, 那么身份认证技术的安全性、可靠性以及效率等都会大大提高。

近年来, 人们在机器学习领域取得了很大的成就, 在这一趋势下, 卷积神经网络的发展对生物信息识别也起到了巨大的推动作用, 并取得了一定的成果。传统的算法提取生物信息图像的特征基本依靠费时耗力的人工标注, 而使用 CNN 即可对图像进行像素卷积, 可以迅速、高效地提取生物图像的特征。

二、多生物特征识别相关技术

(一) 改进的人脸识别技术

人脸识别的主要任务是高效、低消耗地利用用户人脸特征做图像识别, 因为人脸具有唯一性、不一致性和自然性。近年来, 人脸识别技术已经得到了广泛的应用, 其实质是从检测到的人脸中提取深层次特征, 并用来判断待识别者的身份。人脸检

测首先需要判断采集的图像里是否包含人脸, 将人脸在图像中的位置检测出来并确定人脸大小的操作。此为人脸识别的第一步, 也是人脸识别流程中的重要环节之一。需要用到方向梯度直方图、线性分类器和滑动窗口检测机制, 这种人脸检测方法需要用不同位置的矩形窗口在图像中进行滑动, 提取 HOG 特征并用分类器判断人脸或非人脸, 检测到人脸后用矩形窗口在此位置标定。第二种方法是基于卷积神经网络的人脸检测方法, 此方法为训练一个浅层卷积神经网络探测人脸大概位置, 验证是否含有人脸并调整位置模块, 在 Dlib 中通常把卷积神经网络与 Max-Margin Object Detection (MMOD) 结合使用。

常用的人脸识别技术有 SqueezeNet、MobileNet、TinyYOLO、EfficientNet 等。这些轻量级的卷积神经网络架构由于过度追求轻量化和特征提取的过参数化, 导致在检测识别中的精度受到影响。

为了提高目标人脸的检测精确度, 提取出更多的生物信息, 选择 OpenBR 开源框架进行人脸生物特征识别, OpenBR 人脸检测流程如下图所示:

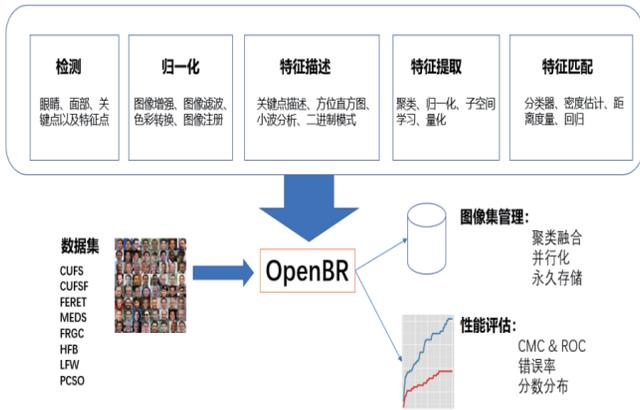


图 2 OpenBR 人脸识别流程图

OpenBR 通过封装了对人脸图像的处理，使得开发人员无须关注人脸识别的具体算法，直接调用 OpenBR 的接口就可以得到在性能和正确率上几乎媲美一些商业的人脸识别软件，这不仅给开发人员最大的便利更是免费给开发人员提供人脸识别算法。

(二) 步态识别技术

步态识别即是利用视频监控技术基于用户的步态特征进行识别的方法，在生物特征识别中拥有特别的优势，在目前智能监控广泛使用的场景中，步态识别具有良好的设备基础。步态识别是根据监控视频内人体行走的画面，通过相关技术提取人体运动的步态特征，从而达到步态识别的目的。识别过程主要分为四步：运动人体数据获取、预处理、步态特征选取以及特征匹配识别。其中最关键的是对步态特征的提取，因为在此过程中需要从视频的人体图像中提取出步态特征。

随着智能视频监控设备和机器视觉领域的发展，通过摄像头获取人脸、步态等生物特征识别技术逐渐成为研究热点。Collins 等人提出了一种基于视频中人体运动特征和人体轮廓特征的步态特征身份认证方法。

尽管近年来，研究者从不同的角度对步态特征进行研究，步态识别算法在理论上已经取得了非常大的成果，但要在身份识别系统中进行运用推广，还存在一些难点：应用环境的复杂性，受光线等影响，对运动中的人体进行步态和轮廓的分割会受到严重的干扰；另外就是由于人体运动的随机性，也导致步态特征提取的难度加大；步态数据量大、维度高，对计算损耗较大。

三、身份认证方案设计

传统的身份认证技术如密码、U 盾等，有着密码盗窃、遗忘、U 盾丢失等风险，后来人们提出了基于生物特征的身份认证技术，但是，识别精确率高的生物特征又有着不便于特征采集或认证成本高等缺点。而识别准确率低的又不适合投入到身份认证来使用，于是基于多生物特征的身份认证被提出来。利用数据融合技术融合步态特征及人脸识别特征，从而获得更加有效、安全的识别特征。

而很多提出的多生物特征认证方案虽然加入了各种生物特征作为认证部分，但是，获取各种特征无疑使得特征采集设备更加多样。不仅设备昂贵，采集的复杂程度也使得该认证方案难以普及。当然，在对安全性要求极严格的应用中，这些代价是值得的。

所以在本方案中，我们基于开源生物识别系统 (OpenBR) 对人脸进行特征提取，不但可以将人脸图像进行对比并返回相似度，而且还可以从中提取出性别特征和年龄特征。通过 OpenBR 框架将一张人脸图分解为多生物特征，然后将多生物特征分别验证，可提高认证的精确度。此外，OpenBR 只需人脸图，而人脸图的采集方便且采集设备廉价，普通的手机都具有人脸图像采集功能。

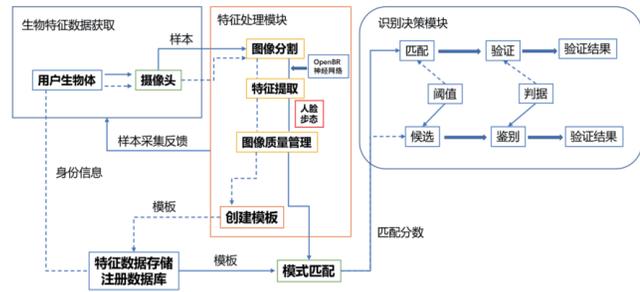


图 3 多生物特征融合识别系统框架

基于多生物特征融合识别系统主要由五个模块构成：生物特征数据获取、特征处理模块、特征数据存储、模式匹配以及识别决策模块。首先，获取用户生物特征的图像并将其数字化，以完成生物特征数据的采集。然后，通过特征处理模块从上一步所采集的样本中提取最有价值的生物特征，为了提高所提取的生物特征的准确性，使用图像分割和图像质量管理的相关处理模型。特征数据存储将用户的身份信息和注册的生物样本特征进行关联，并存储于数据库中。模式匹配根据测试样本和特征数据存储中的生物特征模板的相似程度，获取匹配分值。识别决策模块中，根据匹配分值与设定的阈值的对比，返回决策的结果。

四、总结

本文提出了一种基于开源框架 OpenBR 的人脸识别和体态的多生物特征身份识别方法，该方案与传统单一的生物特征识别方法相比，有着它独自的优势，如在视频流中匹配时，其他的生物特征如指纹识别、DNA 识别、掌纹识别等根本无法做到，因为这些方式必须要通过接触式的采集图片，而本方案仅通过摄像头的图像识别就可以解决这方面的应用。同时，基于 OpenBR 框架所提取的生物信息比普通的人脸识别增加了年龄区间和性别，使得身份识别的准确率和抗攻击性都有显著的提高。另外，加入了步态特征，由于步态特征识别提取简单、难模仿等优势，极大地提高了认证系统的准确率。

参考文献：

- [1] 郑慧. 基于虹膜的身份识别系统 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2010: 6-9.
- [2] 谢璐, 俞飞. 基于多模态生物识别的安全身份认证技术 [J]. 保密科学技术, 2016 (1): 5.
- [3] 胡春生, 王德, 赵江东. 人体步态特征数据分析和人物身份识别方法研究 [J]. 计算机应用研究, 2020 (S02): 129-132.
- [4] 段成阁, 刘康康, 李福全. 步态识别技术综述 [J]. 中国人民公安大学学报 (自然科学版), 2022, 28 (04): 75-80.
- [5] 白子轶, 毛懿荣, 王瑞平. 视频人脸识别进展综述 [J]. 计算机科学, 2021, 48 (03): 50-59.
- [6] 李文娟, 沈澍, 孙绍山, 等. 智能设备上步态识别系统设计及实现 [J]. 计算机技术与发展, 2022, 32 (12): 6.
- [7] 黄新, 高雷, 宋博源, 等. 基于 MTCNN 与改进 Camshift 相结合的人脸检测算法 [J]. 桂林电子科技大学学报, 2021, 41 (3): 205-211.
- [8] 周雷雷, 蒋行国, 李海鸥. 人脸相似性特征分析与提取方法 [J]. 桂林电子科技大学学报, 2021, 41 (3) 193-198.

基金项目：广西高校中青年教师科研基础能力提升项目 (项目编号: 2019KY0253)

作者简介：

赵汝文 (1984-)，男，在读博士，研究方向为网络信息安全。通信作者：王硕 (1987-)，女，在读博士，研究方向为运筹学。