

# Review on the Development of Biometric Identification Technology in the Age of Artificial Intelligence

Zhiping Wu

The Third Research Institute of the Ministry of Public Security, Shanghai, 201204, China

## Abstract

Biometric recognition technology is based on individual unique physiological or behavioral characteristics, such as fingerprint, face, iris, voice print, etc., to achieve efficient and secure identity authentication. With the rapid development of artificial intelligence technology, biometric identification technology has become an important means of identity verification and individual identification. This paper reviews the development status and trend of biometric identification technology in the era of artificial intelligence. This paper first introduces the definition of biometrics and modern biometrics recognition technology. Then, the paper analyzes the mainstream biometric recognition technologies, including fingerprint recognition, face recognition, voice print recognition, iris recognition and palmaric vein recognition, and discusses their advantages and limitations. Then, this paper further discusses the application of biometric identification technology in different fields, and the importance and promotion of the development of biometric identification technology by governments. This paper also summarizes the composition and working steps of universal biometric identification system, and looks forward to the future trend of multi-biometric fusion application, emphasizing the key role of artificial intelligence technology in improving biometric identification technology.

## Keywords

AI; biometric identification; identity authentication

# 人工智能时代的生物特征识别技术发展综述

吴治平

公安部第三研究所, 中国·上海 201204

## 摘要

生物特征识别技术基于个体独特的生理或行为特征,如指纹、人脸、虹膜、声纹等,实现高效率和高安全性的身份认证。随着人工智能技术的飞速发展,生物特征识别技术已成为身份验证和个体识别的重要手段。论文综述了人工智能时代生物特征识别技术的发展现状和趋势。论文首先介绍了生物特征及现代生物特征识别技术的定义。随后,论文分析了主流的生物特征识别技术,包括指纹识别、人脸识别、声纹识别、虹膜识别和掌静脉识别等,并讨论了它们的优势与局限。随后,进一步探讨了生物特征识别技术在不同领域的应用情况,以及各国政府对生物特征识别技术发展的重视和推动。论文还总结了通用生物特征识别系统的组成和工作步骤,并展望了多生物特征融合应用的未来趋势,强调了人工智能技术在提升生物特征识别技术中的关键作用。

## 关键词

人工智能; 生物特征识别; 身份认证

## 1 引言

在数字化和信息化时代背景下,个体身份的快速、准确识别变得尤为重要。生物特征识别技术,以其独特的生物学基础,为个体身份的标注和识别提供了一种新的解决方案。生物特征,如指纹、人脸、声纹等,是与生俱来、难以复制的个体标识,这使得生物特征识别技术在安全性和便捷性方面具有无可比拟的优势。论文旨在提供一个全面的视角,以审视在人工智能技术推动下,生物特征识别技术如何

演进,并在各个领域中得到应用。

论文首先界定了生物特征及其识别技术的基本概念,探讨了生物特征识别在日常生活中的应用实例,以及它如何辅助身份认证、情绪分析和属性估计等。接着,论文分析了当前主流的生物特征识别技术,评估了它们在实际应用中的表现和面临的挑战。此外,论文还概述了生物特征识别技术在全球范围内的发展态势,特别是各国政府如何通过政策支持和标准化工作来推动这一技术的进步。最后,论文详细描述了生物特征识别系统的工作流程,并对未来的发展方向进行了展望,指出了多生物特征融合潜力和人工智能技术在其中扮演的关键角色。通过论文的综述,读者将能够全面了解生物特征识别技术的现状与未来,以及它在构建智能社会

【作者简介】吴治平(1985-),男,中国浙江永康人,硕士,助理研究员,从事生物特征识别、信息安全等研究。

中的重要角色。

## 2 生物特征的定义

生物特征是指生物个体拥有的具有可测量、可识别、可验证的独特的生理特征或行为方式特征。据研究,包括人类在内的许多生物具有这样的生物特征,为生物个体的身份标注和识别提供了生物学方面的依据。人体生物特征主要包括固有的生理特征(指纹、人脸、掌纹、声纹、虹膜、DNA等)和行为方式特征(笔迹、步态、敲击按键的习惯)等。

## 3 生物特征识别技术的定义

人类每天都有意无意进行着生物特征识别活动。胎儿在腹中就开始能够感知识别母亲的心跳等特征。婴儿出生后,除了心跳,还会识别亲人的体味和声音;出生2~3个月后,视觉神经逐渐发育,婴儿开始逐渐通过眼睛识别亲人(也有学者认为婴儿6个月之后才通过眼睛识别亲人)。长大成人后,人类每天都要通过人脸、声音等生物特征一次次来识别周围的人。

尽管人类天生具备优秀的生物特征识别能力,但依赖人力进行生物特征识别速度太慢、效率太低。现代意义上,生物特征识别技术是指通过获取和分析人体的生理和行为方式特征进行身份识别、状态分析、属性估计的科学技术。身份识别码指识别出生物特征的拥有者;状态分析是指通过生物特征分析拥有者当时的喜怒哀乐等状态;属性估计是指通过生物特征估计拥有者的性别、年龄、人种等属性。一般来说,人们利用生物特征识别技术主要是进行身份识别,包括身份认证和侦查破案等。由于生物特征具有唯一性、稳健性等特点,而且一个人的生物特征不像密码、口令一样容易被盗用,利用生物特征可以实现高可信的身份认证。对侦查破案而言,利用生物特征可以大大缩小排查范围,甚至直接锁定犯罪嫌疑人,部分生物特征更是可以直接作为法律认可的呈堂证供,用于证明犯罪事实。近年来,随着对生物特征识别的研究不断深入,利用科技手段开展状态分析(如通过人脸分析人的情绪)和属性估计(如通过声音分析人的年龄)等方向取得了长足进步,已逐渐获得实际应用,取得了一定的效果。

## 4 主流生物特征识别技术

### 4.1 指纹识别

指纹被称为“证据之王”,人类应用指纹识别身份的历史已有数千年之久。传统上,计算机系统自动抽取指纹的细节特征,如嵴、谷和终点、分叉点或分歧点,通过指纹细节特征的比对来识别指纹主人。这种方式在1:1的比对中效果较好,但在1:N的识别中,存在需要专家标注导致的使用门槛高以及“大库衰减”等问题,一定程度上限制了指纹识别技术的进一步应用。近年来,国内一些研究机构使用深度学习等技术发展出了新的技术路线,克服了大库容条

件下1:N需要标注和“大库衰减”问题,使我国指纹识别技术站上了世界之巅。

### 4.2 人脸识别

人脸识别是目前应用最广泛的生物特征识别技术,人脸识别系统提取每个人脸中的特征,并将提取的特征模板与已知的特征模板进行对比,从而识别出人脸的身份。人脸识别具有识别速度快、使用方便等很多优点。人脸识别技术也存在一些不足,例如,对周围的光线环境可能影响识别的准确性,人体面部的遮挡物影响特征获取等,更重要的是,近年来,人脸识别技术的应用引发了部分民众在隐私保护方面的担忧,一定程度上延缓了人脸识别技术的应用。

### 4.3 声纹识别

声纹识别技术根据人类说话发音时所产生的声波信号等特征识别说话人身份。声纹识别的优点是使用方便、采集设备价格低廉等,但其对环境噪声敏感、准确率也不如其他生物特征,且稳定性欠佳,同一人的声纹会随着年龄、身体的状况的改变而改变。

### 4.4 虹膜识别

虹膜识别是一种新兴的生物特征识别技术。虹膜识别通过对比人眼虹膜的颜色、形状、纹理等特征来实现身份识别。虹膜识别精度极高,人体虹膜的稳定性也很强,因此,虹膜识别是一种非常可靠的生物特征识别技术。但虹膜图像采集需要专用设备,特别是东方人的虹膜无法在自然光下获取,需要使用近红外光,导致采集设备价格昂贵,限制了虹膜识别技术更广泛的应用。

### 4.5 掌静脉识别

掌静脉识别技术是指通过检测人体手掌区域内静脉分布规律区分身份的生物特征识别技术。掌静脉识别技术起步较晚,但由于存在难以伪造、使用方便等优点,被认为有广阔的应用前景。但掌静脉识别同样存在一些问题,例如,需要使用近红外光的专用采集设备、缺少大库容条件下识别的实验数据等。

## 5 生物特征识别技术的应用和发展

以指纹、人脸为代表的生物特征识别技术已经成为一个非常热门的研究方向。生物特征识别系统通过自动提取个体固有生理特征或个人行为方式特征,转换为特征模板,并将这些特征模板同生物特征样本库中已有的模板数据进行比对,完成身份、状态、属性的识别。近些年来,随着自动化技术尤其是人工智能技术的发展,可自动识别的生物特征种类和识别的准确性都获得了巨大的提升,自动生物特征识别技术在各种社会活动中都发挥了越来越重要的作用。生物特征识别已成为当前产业落地最成功的人工智能技术之一,广泛应用于公安反恐、金融支付、社保认证、安检通关等国家重要领域。从手机解锁到购物支付、从小区门禁到高铁进站、从银行取款到医院就诊,人脸、指纹、声纹、虹膜、掌

静脉等生物特征都已成为或正在成为人们进入智能时代、遨游数字世界的一把钥匙。2019年,我国刷脸支付用户首次突破1亿人。国外有关研究报告预计,2023年全球生物特征识别市场规模将达到418亿美元<sup>[1]</sup>。

生物特征识别的应用和发展已受到世界各国政府的高度重视。美国国家科学技术委员会成立的生物识别委员会,发布了一系列的生物特征识别科技发展规划报告。美国国家标准技术研究院NIST组织了人脸、虹膜、指纹等多项生物特征的指标测评,跟踪不同生物识别技术的研究进展。美国国土安全部通过NEXUS计划采集入境人员的人脸、虹膜、声纹和DNA等生物特征,采集范围包含所有入境美国的非美国公民。印度国家身份管理项目Aadhaar采集了全印度超过12亿人的人脸、虹膜、指纹数据。中国政府同样高度重视生物特征识别技术的应用和发展。作为国家战略,“新一代人工智能规划”和“互联网+”行动计划等均明确提出要重点支持生物特征识别技术发展。国家发改委在2016年5月印发的《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》要求“进一步推进生物特征识别等关键技术的研发和产业化,为产业智能化升级夯实基础”。国务院在2017年7月发布《新一代人工智能发展规划》,提出“围绕社会综合治理、新型犯罪侦查、反恐等迫切需求,研发生物特征识别技术的智能安防与警用产品”。工信部在2017年12月发布的《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020年)》中提出,支持生物特征识别等技术创新,发展人证合一等典型应用。工信部2019年9月发布《关于促进网络安全产业发展的指导意见》(征求意见稿),提出要支持构建基于指纹/人脸识别、商用密码等技术的网络身份认证体系。全国信息技术标准化技术委员会生物特征识别分技术委员会则组织制定了一系列生物特征采集、数据、应用等方面的国家标准,规范、推进生物特征技术的应用。

## 6 生物特征识别系统的组成和工作步骤

21世纪以来,随着人工智能技术取得突破性进展,以人工智能技术为背景的生物特征识别技术开始从指纹、人脸向语音、虹膜、静脉、步态等领域渗透,出现了各类生物特征识别系统。尽管针对不同生物特征识别的系统在功能、原理上存在差异,但几乎所有系统都包含数据采集、信号处理、数据存储、比对和决策等子系统,完成生物特征识别的注册、身份核验、身份识别<sup>[2]</sup>。这构成了一个通用生物特征识别系

统的基本结构和主要工作步骤。其中,提取特征的过程普遍采用了深度学习、主动学习等人工智能技术,极大提升了比对的效率和准确度。

**注册:**注册是提取特征数据并按约定规范将样本数据和特征数据存入生物特征样本数据库的过程。数据采集子系统通过各类传感器获取生物特征原始样本(如人脸图像、虹膜图像、语音等),发送至信号处理子系统提取特征,生成特征模板,并将原始样本数据和特征模板数据保存至样本数据库中。

**身份核验:**身份核验是指通过1:1比对的方式计算生物特征的相似程度(即新获取的生物特征与已存储的特定人的生物特征的相似程度),判断两者是否为同一人所有(验证“A是A”)。数据采集子系统通过各类传感器获取个体生物特征原始样本(如人脸图像、虹膜图像、语音等),发送至信号处理子系统提取特征,生成特征模板,新的特征模板与该个体已存储的生物特征模板进行1:1的特征比对,计算相似度,判定是否超过阈值,得到身份验证结果。常见的应用场景包括高铁进站口的“人证核验”等。

**身份识别:**身份识别是指通过1:N的方式比对生物特征的相似程度(分别计算新获取的生物特征与已存储的N人的生物特征的相似程度),寻找生物特征的所有者(寻找“A是谁”)。数据采集子系统通过各类传感器获取个体生物特征原始样本(如人脸图像、虹膜图像、语音等),信号处理子系统提取特征,生成特征模板,新的特征模板与已存储的生物特征模板集进行1:N的比对,得到身份识别结果或候选列表。常见的应用场景包括刑侦领域的“案件侦查”等。

## 7 结语

人工智能是生物特征识别技术蓬勃发展的重要动力,深度学习、主动学习等技术已经成为了各类生物特征识别技术的基础。人工智能加持下的生物特征识别技术在很多行业得到了广泛应用。然而,每一种生物特征识别技术都存在一些缺点,多生物特征的融合应用是未来的趋势。笔者相信,随着人工智能的继续发展和多生物特征的融合应用,生物特征识别技术的应用必将越来越广阔。

## 参考文献

- [1] 孙哲南.生物特征识别学科发展报告[J].中国图象图形学报,2021,26(6).
- [2] 中国电子技术标准化研究院.生物特征识别白皮书[Z].2019.