

中国科学院科学出版基金资助出版

信息科学技术学术著作丛书

生物特征识别技术 ——人耳自动识别

穆志纯 袁立 曾慧 著



科学出版社

信息科学技术学术著作丛书

生物特征识别技术 ——人耳自动识别

穆志纯 袁立 曾慧 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本关于人耳识别研究发展、内容和现状的专著。全书共8章。人耳识别是生物特征识别中的一种,因此本书先简要介绍了生物特征识别的概念、各种生物特征识别技术及应用前景。本书主要内容有:人耳识别的特点、人耳识别研究的分类、人耳检测与人耳跟踪、人耳图像归一化处理、人耳特征提取与识别、三维人耳识别、基于人耳和人脸信息融合的多模态生物特征识别和人耳识别应用系统。对于目前研究所用的主要人耳数据库书中也进行了介绍。

本书可供从事模式识别和生物特征识别研究的专业人员,及计算机和自动化专业的研究生、教师、工程技术人员和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物特征识别技术:人耳自动识别 / 穆志纯,袁立,曾慧著. —北京:科学出版社,2012

(信息科学技术学术著作丛书)

ISBN 978-7-03-036040-3

I. 生… II. ①穆… ②袁… ③曾… III. 外耳-自动识别 IV. TP391.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 273279 号

责任编辑:杨向萍 魏英杰 / 责任校对:宋玲玲
责任印制:张 倩 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 8 月第一次印刷 印张: 13 3/4

字数: 259 000

定价: 55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《信息科学技术学术著作丛书》序

21世纪是信息科学技术发生深刻变革的时代,一场以网络科学、高性能计算和仿真、智能科学、计算思维为特征的信息科学革命正在兴起。信息科学技术正在逐步融入各个应用领域并与生物、纳米、认知等交织在一起,悄然改变着我们的生活方式。信息科学技术已经成为人类社会进步过程中发展最快、交叉渗透性最强、应用面最广的关键技术。

如何进一步推动我国信息科学技术的研究与发展;如何将信息技术发展的新理论、新方法与研究成果转化为社会发展的新动力;如何抓住信息技术深刻发展变革的机遇,提升我国自主创新和可持续发展的能力?这些问题的解答都离不开我国科技工作者和工程技术人员的求索和艰辛付出。为这些科技工作者和工程技术人员提供一个良好的出版环境和平台,将这些科技成就迅速转化为智力成果,将对我国信息科学技术的发展起到重要的推动作用。

《信息科学技术学术著作丛书》是科学出版社在广泛征求专家意见的基础上,经过长期考察、反复论证之后组织出版的。这套丛书旨在传播网络科学和未来网络技术,微电子、光电子和量子信息技术、超级计算机、软件和信息存储技术,数据知识化和基于知识处理的未来信息服务业,低成本信息化和用信息技术提升传统产业,智能与认知科学、生物信息学、社会信息学等前沿交叉科学,信息科学基础理论,信息安全等几个未来信息科学技术重点发展领域的优秀科研成果。丛书力争起点高、内容新、导向性强,具有一定的原创性;体现出科学出版社“高层次、高质量、高水平”的特色和“严肃、严密、严格”的优良作风。

希望这套丛书的出版,能为我国信息科学技术的发展、创新和突破带来一些启迪和帮助。同时,欢迎广大读者提出好的建议,以促进和完善丛书的出版工作。

中国工程院院士

原中国科学院计算技术研究所所长



前 言

随着社会和科学技术的发展,信息安全和公共安全等社会安全问题在现代社会中的重要性更加凸显。生物特征识别技术的研究和应用正是在这样的重大社会需求推动下,近年来获得了长足的进步,取得了令人鼓舞的应用成果和社会效应。生物特征识别技术已经或正在更多地介入人们日常的社会和工作活动中,成为现代社会的重要组成部分。

人耳识别的研究旨在赋予计算机根据人耳自动辨别个体身份的能力。作为科学问题,它涉及模式识别、计算机视觉、图像处理、认知科学等多个学科。在诸多的生物特征识别技术中,特别是和已有规模应用的指纹识别、人脸识别、虹膜识别等相比,人耳识别还是一个比较“小众”的领域。但随着对人耳特征所具有的鲜明生理特点认识的深入,近 10 年来人们对人耳识别给予了更多的关注,开展了更多的研究活动。

事实上,早在 1890 年人们就已经认识到人耳是一种可以用于个体识别的生物特征。法国刑事学家 Bertillon 在他当年撰写的文章中就清楚地指出了人耳的个体可区分性和特征的稳定性。美国刑侦专家 Iannarelli 从 1949 年起所开展的人耳识别研究则为人耳识别奠定了解剖形态测量上的基础。近年来,在人们为寻找更方便、鲁棒、准确的身份识别方式,而广泛开展各种生物特征识别研究的过程中,对人耳作为生物特征进行个体身份鉴别,特别是在远距离、非打扰式的应用背景下的特点认识愈加深刻:

① 人耳特征稳定,不受表情、年龄等因素的影响。

② 人耳数据可以方便地从照片或视频信息中获取,易实现远距离、非打扰式的识别。

③ 人耳是人头部明显可见的生物特征之一,人耳独特的生理位置和生理结构使其不仅可以单独应用于个体识别场合,而且还可以和其他生物特征(如人脸、虹膜等)相结合,形成更自然和便于实现的多模态生物特征识别形式。

从研究发展的角度看,人耳识别目前在国内外已经形成了一定的研究规模,并在近年获得了明显的研究进展。作者所在的研究团队在从事人耳识别研究的过程中,建立了北京科技大学人耳图像库(USTB I~IV)。在近四五年的时间里,应对方的索求,我们的数据库已经无偿地提供给了国内外 130 余家大学和科研院所进行人耳识别研究。这从一个侧面也反映出,人耳识别正在引起更多学者、学生和专业人员的研究兴趣。

本书的大部分内容来自作者所在研究团队从 2001 年至今开展人耳识别研究的工作积累。为了能更全面地反映人耳识别研究的发展、现状和趋势,作者在书中也介绍和引述了国内外同行的一些代表性工作和成果。希望本书提供给读者完整的、最新的研究信息,同时希望这些内容能激发读者对人耳识别的研究热情,吸引越来越多研究者的加入,进而推动人耳识别以及生物特征识别研究的发展。

在本书的撰写过程中,作者参考了国内外人耳识别研究领域中的大量文献,在此谨向有关的文献作者表示感谢。法国勃艮第大学(Universite De Bourgogne)的 Fan Yang 教授为本书撰写了 7.2.4 节,作者对此表示衷心的感谢。

作者所在团队的王凯、李琛、徐国清、邢腾飞、温茂睿、刘聪在本书的编写和校对过程中参与完成了大量的工作,作者感谢他们的鼎力支持。作者还要感谢徐正光教授、董冀媛老师、王振花老师以及王忠礼、张海军、徐晓娜、王瑜、谢朝霞、敦文杰、赵海龙、吴衍、席德春、王敏、祁帅、刘颖、赵祎、张玉、张惟、高淑欣、张娟、李炜、李东升、骆佳佳、张子璐、孙超、张帆、夏筱、张锋、付伟、何志军、郭寅、刘利利等,感谢他们对团队研究工作的贡献。

感谢国家自然科学基金(60375002,60573058,60973064)、北京市自然科学基金(4102039)和教育部博士学科点专项科研基金(20100006110014)对作者所在团队人耳识别研究工作的大力支持。本书的出版得到了中国科学院科学出版基金的资助,科学出版社的魏英杰编辑为本书的编辑出版付出了大量的时间和精力,作者在此一并表示感谢。作者特别感谢中国科学院的田捷研究员、陈熙霖研究员,感谢他们在本书撰写和出版过程中给予的建议和支持。

由于作者知识和能力的局限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2012 年 3 月

目 录

《信息科学技术学术著作丛书》序

前言

| | |
|----------------------------|----|
| 第一章 生物特征识别 | 1 |
| 1.1 生物特征识别的概念 | 1 |
| 1.2 生物特征识别技术简介 | 2 |
| 1.2.1 基于生理特征的识别 | 2 |
| 1.2.2 基于行为特征的识别 | 5 |
| 1.2.3 生物特征识别技术比较 | 6 |
| 1.3 生物特征识别技术的应用前景 | 6 |
| 参考文献..... | 8 |
| 第二章 人耳识别 | 9 |
| 2.1 人耳识别概述 | 9 |
| 2.1.1 人耳识别的特点 | 10 |
| 2.1.2 人耳识别研究内容 | 11 |
| 2.2 人耳图像库简介..... | 11 |
| 2.2.1 USTB 人耳图像库简介..... | 11 |
| 2.2.2 UND 人耳图像库..... | 13 |
| 2.2.3 UCR 图像库 | 14 |
| 2.2.4 其他图像库 | 14 |
| 2.3 人耳识别研究..... | 16 |
| 2.3.1 二维人耳识别 | 16 |
| 2.3.2 三维人耳识别 | 23 |
| 2.3.3 耳纹识别..... | 25 |
| 2.3.4 人耳的对称性讨论 | 26 |
| 2.4 本章小结..... | 26 |
| 参考文献 | 26 |
| 第三章 人耳检测与人耳跟踪 | 30 |
| 3.1 人耳检测和跟踪概述..... | 30 |
| 3.2 基于特征的人耳检测方法..... | 32 |
| 3.2.1 运动目标提取 | 32 |

| | | |
|------------|----------------------------|-----------|
| 3.2.2 | 基于颜色信息的图像分割 | 33 |
| 3.2.3 | 人耳检测模块 | 34 |
| 3.2.4 | 人耳检测实验结果 | 34 |
| 3.3 | 基于学习的人耳检测方法 | 36 |
| 3.3.1 | Haar-like 特征 | 37 |
| 3.3.2 | 利用积分图像计算矩形特征 | 39 |
| 3.3.3 | AdaBoost 算法原理 | 42 |
| 3.3.4 | 级联分类器结构 | 43 |
| 3.3.5 | 训练人耳检测分类器 | 44 |
| 3.3.6 | 人耳检测 | 48 |
| 3.3.7 | 人耳检测实验结果 | 51 |
| 3.4 | 人耳跟踪方法 | 55 |
| 3.4.1 | 基于改进的 CAMSHIFT 算法的侧面人脸区域跟踪 | 55 |
| 3.4.2 | 利用轮廓拟合精确定位人耳 | 58 |
| 3.4.3 | 人耳跟踪实验结果 | 59 |
| 3.5 | 本章小结 | 60 |
| | 参考文献 | 60 |
| 第四章 | 人耳图像归一化处理 | 62 |
| 4.1 | 几何归一化 | 62 |
| 4.1.1 | 基于关键点和关键线的人耳归一化 | 62 |
| 4.1.2 | 基于主动形状模型的人耳归一化方法 | 64 |
| 4.1.3 | 基于主动表观模型的人耳归一化方法 | 72 |
| 4.1.4 | 几何归一化其他方法 | 77 |
| 4.2 | 光照归一化 | 77 |
| 4.2.1 | 带有光照变化的人耳图像库 | 78 |
| 4.2.2 | 光照归一化研究 | 80 |
| 4.3 | 本章小结 | 83 |
| | 参考文献 | 83 |
| 第五章 | 人耳特征提取与识别 | 85 |
| 5.1 | 人耳识别评测体系 | 85 |
| 5.1.1 | 人耳识别性能评测方法 | 85 |
| 5.1.2 | 人耳认证性能评测方法 | 85 |
| 5.2 | 受控条件下的人耳识别 | 86 |
| 5.2.1 | 特征耳人耳识别方法 | 87 |
| 5.2.2 | 基于全空间线性鉴别分析的人耳识别 | 89 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 5.2.3 基于局部特征的人耳识别 | 91 |
| 5.2.4 基于力场转换和收敛域图像的人耳识别 | 98 |
| 5.3 姿态变化下的人耳识别 | 101 |
| 5.3.1 姿态变化对人耳识别性能的影响分析 | 101 |
| 5.3.2 基于流形学习的多姿态人耳识别 | 105 |
| 5.3.3 基于姿态转换的人耳识别 | 108 |
| 5.4 人耳识别中的遮挡问题研究 | 110 |
| 5.4.1 基于局部信息融合的带遮挡人耳识别方法 | 111 |
| 5.4.2 基于稀疏表示的带遮挡人耳识别方法 | 114 |
| 5.5 本章小结 | 118 |
| 参考文献 | 118 |
| 第六章 三维人耳识别 | 121 |
| 6.1 三维人耳识别概述 | 121 |
| 6.2 基于二维图像的三维人耳重建 | 122 |
| 6.2.1 基于立体视觉的三维人耳重建 | 123 |
| 6.2.2 基于形变模型的三维人耳建模 | 139 |
| 6.3 三维人耳识别 | 147 |
| 6.3.1 基于模型匹配的三维人耳识别 | 147 |
| 6.3.2 三维人耳的特征表示方法 | 151 |
| 6.4 本章小结 | 159 |
| 参考文献 | 160 |
| 第七章 基于人耳和人脸信息融合的多模态生物特征识别 | 163 |
| 7.1 多模态生物特征识别 | 163 |
| 7.1.1 融合方式 | 163 |
| 7.1.2 融合层次 | 164 |
| 7.1.3 标准化方法 | 166 |
| 7.1.4 融合方法 | 166 |
| 7.2 基于人耳和人脸信息融合的多模态生物特征识别 | 167 |
| 7.2.1 二维人耳人脸多模态生物特征识别方法 | 168 |
| 7.2.2 三维人耳人脸多模态生物特征识别方法 | 177 |
| 7.2.3 二维和三维结合的人耳人脸生物特征识别方法 | 179 |
| 7.2.4 基于全景图的人耳人脸生物特征识别方法 | 183 |
| 7.3 本章小结 | 185 |
| 参考文献 | 186 |

| | |
|--------------------|-----|
| 第八章 人耳识别应用系统 | 188 |
| 8.1 人耳识别考勤系统 | 188 |
| 8.1.1 系统整体设计 | 188 |
| 8.1.2 系统内置算法实现 | 190 |
| 8.1.3 用户数据库管理 | 193 |
| 8.1.4 系统运行效果 | 194 |
| 8.2 人耳识别门禁系统 | 198 |
| 8.2.1 系统整体设计 | 198 |
| 8.2.2 系统的软件设计及实现 | 201 |
| 8.3 基于 DSP 的人耳检测系统 | 202 |
| 8.3.1 系统的硬件平台 | 203 |
| 8.3.2 系统的软件设计 | 204 |
| 8.4 本章小结 | 205 |
| 参考文献 | 205 |

第一章 生物特征识别

在现代社会活动中,信息安全、金融交易、社会安全等领域对个人身份验证及识别的要求越来越高。传统的身份认证方法(如密码、证件、钥匙等)已经越来越难以满足安全需求。生物特征识别采用人体生理特征(如人脸、指纹、虹膜等)以及行为特征(如步态、笔迹、语音等)进行身份认证,具有唯一性、不易被窃取和伪造等优点,从而提供了一种新的身份认证机制,在智能监控、访问控制、刑事勘查、人机交互等方面具有广泛的应用前景。

1.1 生物特征识别的概念

生物特征识别是指利用人体固有的生理或行为特征来自动或半自动的进行个体身份鉴别的方法和技术^[1]。一般地,满足以下要求的生理或行为特征都可以用于生物特征识别^[2]:

- ① 广泛性,是指每个人都应该具有这种特征。
- ② 独特性,是指任何两个人所拥有的这种特征必须具有差异性。
- ③ 稳定性,是指在一段时间内,这个特征应该不会改变。
- ④ 可采集性,是指这个特征应该可以进行定量的测量。

从应用角度讲,一个生物特征识别系统需要满足一定的识别精度、速度和资源的要求,鉴别方式应能被大多数人接受,并可以足够鲁棒的应对各种欺诈方法和系统的攻击。

自 20 世纪 60 年代以来,生物特征识别的学术研究活动逐渐活跃,涉及多个相关专业领域,如计算机视觉、图像处理、模式识别、机器学习等。这些领域的发展也有力地推动了生物特征识别的研究。目前,这一领域的主要国际学术会议有 ICML(International Conference on Machine Learning)、ICCV(International Conference on Computer Vision)、CVPR(IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition)、IEEE ICPR(International Conference on Pattern Recognition)、IAPR ICB(International Conference on Biometrics)等。主要的学术期刊有 MLR(*Journal of Machine Learning Research*)、PAMI(*IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*)、PR(*Pattern Recognition*)、《计算机学报》、《自动化学报》等。

1.2 生物特征识别技术简介

生物特征识别常采用的生理和行为特征包括:人脸、虹膜、指纹、人耳、掌纹、静脉、DNA、签名、笔迹、声音、步态等。这些生物特征具有不同的应用特点,通常会根据特定的场合和应用使用一种或几种生物特征构成生物特征识别系统,没有一种生物特征能满足所有的应用需求。

1.2.1 基于生理特征的识别

1. 人脸识别

人脸识别是基于人脸特征信息来进行身份鉴别的过程。自动人脸识别在过去的20年里取得了重大进展,研究者在静态二维图像、视频(二维图像序列)和三维深度图像的自动人脸识别方面进行了大量的研究和开发工作。

最直观的人脸识别问题可以描述为比较两张人脸图像并判定它们是否属于同一个人。对于人来说在各种不同的条件下判定两张人脸的相似性并不是一个很难的问题,但是对于机器自动人脸识别来说却面临很多挑战。人脸可能随着年龄、姿态、光照和表情的不同而变化,另外化妆、头发和饰物(如眼镜)也会改变人脸的外观,这使得人脸图像的类内差异非常大。人脸图像还存在着类间相似性的问题,如来自于同卵双胞胎、父子等基因相似个体的两张人脸图像的识别。这些都使得在非限定条件下的自动人脸识别仍然是一个艰巨的任务。

人脸识别的若干特点使其适用于很多应用^[1]:

① 与指纹不同,人脸可以使用非接触式传感器在远距离情况下采集,因此非常适合视频监控场景下的应用。

② 人脸不但传达了身份信息,同时也包含人的情绪(如高兴或生气)以及性别、种族和年龄等信息。

③ 相对于指纹和虹膜等其他生物特征来说,人们通常更愿意在公共领域使用和分享他们的人脸图像,如通过标注人脸来增加社交媒体应用(如 Facebook、人人网等)的受关注程度。随着时间的推移,人脸识别在刑侦、身份鉴别、智能监控和娱乐等领域将会有更广泛的应用。

2. 人耳识别

人耳识别作为一种新的生物特征识别技术,其理论与应用研究在近年来受到了国内外学者更多的关注。

人耳作为一个近似刚性的生物特征体,本身具有丰富的结构特征,且不受表情、年龄等因素的影响。人耳与人脸、虹膜、指纹和手形等生物特征一样,具备唯一

性和稳定性,而且人耳图像的采集与人脸图像类似,均可以实现非打扰式采集,同时人耳独特的生理位置和生理结构使其不仅可以单独应用于个体识别场合,而且还可以和其他生物特征(如人脸)相结合,形成更实际和自然的多模态生物特征识别形式。人耳识别丰富了生物特征识别研究的内容。

当前人耳识别的研究工作主要可以分为二维人耳识别、三维人耳识别和耳纹识别。

① 二维人耳识别,这是目前研究报道最多的一类人耳识别方法。其利用二维人耳图像所提供的人耳形状、轮廓、沟回以及统计信息等来进行个体识别。研究工作的范围包括受限和非受限(如姿态变化、遮挡等)情况下的识别。

② 三维人耳识别,指利用人耳的三维结构信息来进行的人耳识别。三维人耳数据可提供更加稳定和丰富的鉴别信息。目前,三维人耳数据的来源有两种,一种是利用三维扫描仪,另一种是使用二维图像进行三维重建来获得。

③ 耳纹识别,主要用于刑侦目的。其基本作用类似于指纹,当人耳挤压在某种材料(如玻璃)上时会留下耳纹,提取现场耳纹信息,为刑侦提供证据。英国和芬兰的研究者进行过比较多的耳纹识别研究工作。

此外,也有利用耳廓温谱图进行人耳定位和轮廓提取研究工作的报道。

在已有人耳数据库上进行的研究和测试表明,受控条件下的人耳识别目前已可取得很高的识别率,但是在非受控条件下,人耳识别的研究仍面临着不小的挑战。

3. 指纹识别

由于人与人之间及同一人的十指之间的指纹具有明显区别,因此指纹可用于鉴别个体。指纹识别使用手指指纹的纹路及细节特征点进行个体身份鉴别^[3]。

指纹识别的优点在于指纹采集和处理的速度快,可接受程度高,使用方便。简单的登记多个指纹便可大大增加识别的可靠性。指纹识别在出入境控制、考勤、考试等场合已有规模化的应用。

当前指纹识别应用研究主要集中在活体指纹检测、低质量指纹图像的增强和自动特征提取、大规模指纹图像库的快速匹配和索引、指纹数据的加密保护等方向。

4. 虹膜识别

眼睛的外观由巩膜、虹膜、瞳孔三部分构成。虹膜是位于巩膜和瞳孔之间的环行部分,约占总面积的65%,包含了丰富的纹理信息,是人体最独特的结构之一。虹膜的形成由遗传基因决定,具有高度稳定性和个体差异性,且不易伪造。虹膜识别主要通过虹膜图像的纹理分析和匹配进行个体身份鉴别。

虹膜识别的主要优点是识别精度高、识别速度快及其非接触式识别方式。非受控条件下的虹膜识别和远距离虹膜图像采集是当前这一领域的研究热点^[4]。

5. 视网膜识别

视网膜位于眼球后部,视网膜周围分布的血管形态因人而异,具有很高的独特性,且视网膜不会暴露在外界环境中,因此非常稳定。视网膜识别利用视网膜图像中血管的分布特征进行个体鉴别。

同虹膜识别一样,视网膜识别也是一种非接触式识别方法^[5],且可以达到很低的误识率。此外,由于视网膜在人眼内部,因此具有很好的保密性和防伪造性能。

当前视网膜识别的主要应用问题表现在视网膜图像的获取上。除了视网膜图像采集设备的价格因素外,视网膜图像的获取需要受检测人员的高度配合,因此接受程度相对较低。

6. 手形识别

手形识别根据手部的二维轮廓或手指的三维图形进行身份识别。大量实验表明,人的手形在一段时期具有稳定性和唯一性。手形识别对采集设备的要求较低,手形的特征提取比较容易,且认证速度很快。由于手形特征量少,区分性差,因此鉴别能力不足,主要用于身份认证。

7. 掌纹识别

掌纹识别是一种较新的生物特征识别技术^[6],近几年取得了较快发展。掌纹识别主要利用手掌表面的各种纹线和/或纹理特征进行识别,其优势在于图像采集简单、图像特征丰富且不易受噪声干扰,用户接受程度高等方面。

非受控条件下的掌纹图像获取、高效的掌纹表示和匹配方法、低质量掌纹图像的识别、三维掌纹识别和多光谱掌纹图像识别等是目前掌纹识别研究中的主要内容。

8. 静脉识别

静脉识别^[7]使用红外仪器所获取的手部静脉血管分布图像来进行身份识别。由于采用红外采集和静脉的生理特点,所以这种识别方法可以保证活体识别,特征被复制或盗用的可能性很小,且基本不受环境因素的影响,可以达到很高的准确性,但静脉的分布相对于年龄和生理变化的稳定性尚需要进一步的证实。

9. DNA 识别

DNA 识别根据人体细胞中 DNA 分子的结构进行个体身份鉴别。DNA 是人

体内的遗传物质,其在整个人类范围内具有唯一性和永久性,DNA 识别是准确性最高的生物特征识别方法。

DNA 的获取需要受检测人员的主动配合,DNA 识别在目前尚不能以实时方式进行。此外,这种识别方法在应用中存在用户的可接受度及伦理方面的问题。

10. 味纹识别

味纹识别是利用人体散发出的气味进行的身份识别,该技术最早由丹麦警方用于侦破案件。但是作为味源的人体每天受到饮食、情绪、环境等多种因素的影响,其所散发的气味成分也随之变化,稳定性较差。味纹识别由于气味采集及稳定性等问题在实际中应用很少。

1.2.2 基于行为特征的识别

1. 步态识别

步态识别根据人们走路的姿势进行身份识别。步态数据可以比较方便的在远距离采集,因此非打扰特性和远距离识别是步态识别的显著特点^[8]。

目前步态识别的研究结果大多是在小规模数据库的条件下获得的,仍有很多理论和应用问题需要解决,如复杂背景下任意角度的步态数据的特征提取和匹配,有遮挡、穿着和步速变化等条件下的步态识别。

2. 声音识别

声音识别又称为说话人识别,是基于人说话所发出的声音的识别技术。人说话产生声音是一种复杂的生理过程,具有特定性和稳定性。由于说话是生活中的最平凡的日常活动之一,所以声音识别是一种用户接受度很高的识别形式。

声音识别的主要应用问题是防伪性和稳定性问题。声音容易被伪造,而且声音容易受到人体生理状态及环境噪声的影响,影响识别的准确性。

3. 签名识别

签名识别是基于人书写字符的识别技术,利用签名进行身份识别已经有数百年历史,是一种容易被大众所接受的个体鉴别形式。采用计算机进行的自动签名识别分为在线识别和离线识别两种模式。

与声音识别相似,签名识别的主要应用问题也是防伪性和稳定性问题。签名容易被伪造,且签名会随时间及生活方式的变化而发生改变,影响签名特征的稳定性。此外,在线签名识别需要专用的手写板。

1.2.3 生物特征识别技术比较

每种生物特征识别技术都有各自的应用特点,在实际应用中采用哪种生物特征进行个体识别应取决于具体的应用目的、条件和要求。表 1.1 对几种生物特征识别技术做了定性比较^[9]。

表 1.1 几种生物特征识别技术的比较

| 鉴定技术 | 普遍性 | 唯一性 | 稳定性 | 可采集性 | 性能 | 可接受性 | 防伪性 |
|------|-----|-----|-----|------|----|------|-----|
| 人脸 | 高 | 低 | 中 | 高 | 中 | 高 | 中 |
| 人耳 | 中 | 中 | 高 | 中 | 中 | 高 | 中 |
| 指纹 | 中 | 高 | 高 | 中 | 高 | 高 | 中 |
| 虹膜 | 高 | 高 | 高 | 中 | 高 | 低 | 中 |
| 视网膜 | 高 | 高 | 高 | 低 | 高 | 低 | 中 |
| 手形 | 中 | 中 | 中 | 高 | 低 | 中 | 中 |
| 掌纹 | 中 | 高 | 中 | 中 | 中 | 高 | 中 |
| DNA | 高 | 高 | 高 | 低 | 高 | 低 | 高 |
| 步态 | 中 | 中 | 低 | 高 | 低 | 高 | 低 |
| 声音 | 中 | 低 | 低 | 中 | 低 | 高 | 低 |

要构成一个实际应用的生物特征识别系统,除了需要考虑特定生物特征的应用特点外,还需要满足多种技术条件。例如,生物特征数据可以被精确地测量和快速的采集、生物特征提取及匹配可以高效地完成等。衡量生物特征识别应用系统的指标通常包括识别准确率、识别速度、系统所需资源和系统鲁棒性等。

1.3 生物特征识别技术的应用前景

随着社会的发展和技术的进步,传统的身份认证和识别方法(如基于密码、身份证号或智能卡的身份识别)在安全性、便捷性及非接触性等方面的不足愈加凸显。生物特征识别不易被遗忘和丢失、不易伪造和被盗、可以“随身携带”、随时随地使用等优点使得生物特征识别技术在公共安全、信息安全领域的应用越来越广泛,并取得了令人鼓舞的应用效果和社会效应。生物特征识别技术已经或正在更多地介入人们日常的社会和工作活动中^[10]。

① 刑侦破案。生物特征识别技术已经成为在刑侦破案中的主要技术之一,如美国联邦调查局和巴黎警部开发的“自动指纹识别系统”已协助警方破获大量案件。

② 银行系统。银行部门的自动柜员机、电话银行和网络银行等系统所用的密码及卡片容易被盗取或复制,从而给用户造成损失。生物特征识别技术的引入将大大增加实施这些非法行为的难度,提高系统的安全性。

③ 出入境管理。游客数量的增长及恐怖分子、毒贩、非法移民活动的频繁给各国海关的身份认证工作带来巨大压力。生物特征识别系统的应用可以实现快速、自动、有效的身份鉴别。

④ 作息和考勤。基于生物特征识别技术的考勤系统可方便地自动记录雇员的作息和出勤等数据。

⑤ 驾校考勤。可通过生物特征识别的方法记录学员的上车及下车时间,保证训练时间,防止弄虚作假。

随着理论研究和技术开发的不断深入,可以预见生物特征识别的应用领域将会不断拓展,未来市场前景广阔。国际生物识别组(International Biometric Group)发布的“2009~2014年生物特征市场和产业发展报告”中对2009~2014年主要的生物特征识别技术(包括多模态生物特征识别)年收入进行了预测和分析^[1],如图1.1所示,可见明显的增长趋势。

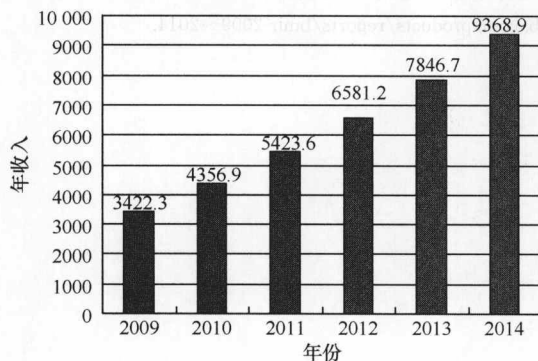


图 1.1 2009~2014 年生物特征识别技术年收入预测(单位:百万美元)

从应用角度来讲,没有任何一种生物特征识别方式是通用的,可以适合于任何应用场合。事实上,每种生物特征识别技术都既有优点,也有局限性。例如,有些人的指纹无法提取特征,白内障患者的虹膜会发生变化等,这些都将影响识别系统的使用或性能。可以注意到,在对安全有严格要求的应用中,往往需要将两种或者两种以上的生物特征进行融合,以提高识别率,降低误识率和拒识率,实现高精度、可靠的身份识别。这已经成为生物特征识别技术应用发展中的一种明显趋势。

生物特征识别的研究推动了模式识别、机器视觉等学科的发展,生物特征识别技术的进步和更广泛的应用,将在形式上和系统应用中给个体身份识别带来更大的改变。