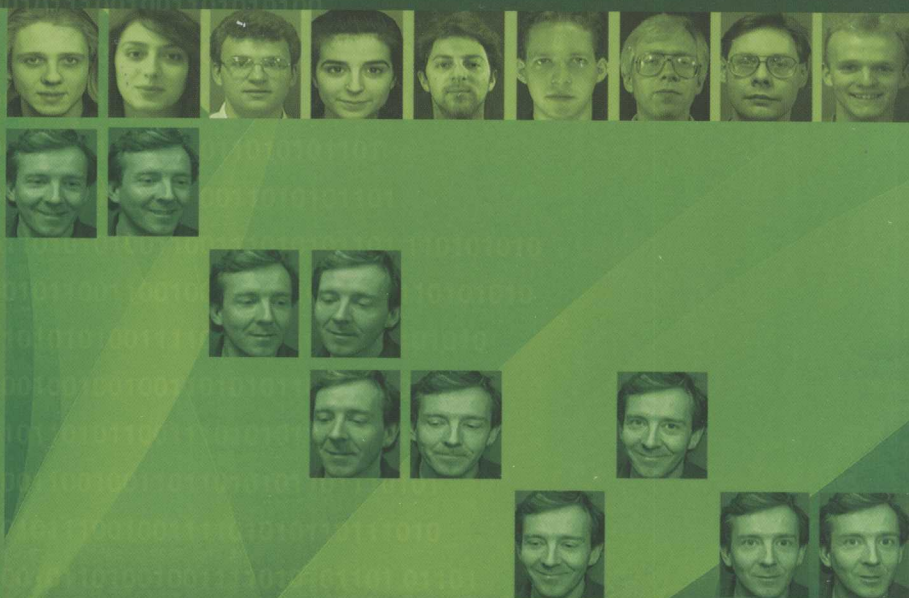


段 锦 著



人脸自动机器识别



科学出版社
www.sciencep.com

人脸自动机器识别

段 锦 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了人脸自动机器识别的原理、方法和技术,对人脸检测和识别的若干难点和关键技术进行了深入研究和讨论,并融入了国内外人脸识别领域研究和应用的最新进展。全书共 12 章,分为 4 个部分:第一部分包括第 1~3 章,介绍了人脸识别的基本概念和基础理论;第二部分包括第 4~6 章,重点讨论人脸检测的方法和技术;第三部分包括第 7~9 章,讨论了人脸特征提取、人脸识别技术和方法;第四部分包括第 10~12 章,讲述人脸识别技术的实际应用和发展前景。

本书内容丰富、叙述脉络清晰,可供相关领域工程技术人员和在校研究生参考阅读和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

人脸自动机器识别/段锦著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021903-9

I. 人… II. 段… III. 面-机器识别 IV. TP391. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064568 号

责任编辑:任 静 王志欣/责任校对:曾 茹

责任印制:刘士平/封面设计:王 浩

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2009 年 1 月第一次印刷 印张: 12 1/2

印数: 1—2 500 字数: 237 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换《环伟》)

前 言

识别人脸是人类视觉最杰出的能力之一。尽管识别人脸及表情对人类本身是毫不费力的,但人脸识别的内在机制却是非常复杂的,让计算机自动识别人脸是一个极其复杂的课题。本书所说人脸识别,其全称应该叫做“人脸自动机器识别”,就是用计算机对人脸图像进行检测、特征提取和识别的模式识别技术。

人脸识别(也称人像识别或面像识别)一直是模式识别和机器视觉领域的热点研究问题。人脸作为一种独特的生物特征,具有直接性、唯一性、方便性等特点,但由于人脸的可塑多变和在成像过程中受诸多因素影响,又使得人脸的机器自动识别这一课题极具挑战性。本书系统地介绍了自动人脸识别的原理、方法和技术,对人脸检测和识别的若干难点和关键技术进行了深入研究和讨论,反映了国内外人脸识别领域研究和应用的最新进展。

人脸识别技术是一个极具现实意义和使用价值的研究领域,但其实际应用却是一项极其复杂的系统工程,涉及计算机图形学、计算机视觉、模式识别、机器学习、感知科学、人工智能、计算智能等技术。本书以构建一个可用、实用的人脸识别应用系统为出发点,进行书稿的组织。在应用实践中,不但要考虑技术原理和实现方法的每一个细节问题,还要考虑系统与实际条件和应用环境的相互配合。本书结合实际的项目对人脸识别技术做了应用上的探索和尝试,除了重点讲述人脸检测和识别的关键技术以外,还从整体的角度,较详细地阐述了构成系统的各个环节的具体实现技术。

全书共12章,分为4个部分:第一部分包括第1~3章,阐述人脸识别的基本概念和基础理论;第二部分包括第4~6章,重点讲述人脸检测的方法和技术;第三部分包括第7~9章,讲述人脸特征提取、人脸识别技术和方法;第四部分包括第10~12章,讲述人脸识别技术的实际应用和发展前景。

第1章讲述了生物识别的发展历程、技术现状。第2章介绍了人脸识别技术的研究内容、技术难点以及系统构架。第3章对近年来出现的人脸检测和识别的主要方法进行综述,将人脸检测方法分为3类,将人脸识别方法分为3类;介绍了这些方法的基本原理和适用对象;对人脸识别的评价标准进行了讨论。

第4章采用基于颜色模型的肤色区域分割技术,配合模板匹配的方法,进行彩色图像人脸检测,并提出颜色模型的自适应调整算法和彩色置信度的概念。第5章在灰度图像人脸检测中,采用矩形特征来表征人脸,以感知器作为弱分类方法,应用基于AdaBoost算法的分类器级联方法,将一系列性能较差的弱分类器

合并成分类性能优越的强分类器。第6章提出了基于小波的光照补偿方法,克服和改善了在人脸识别中由于光照的变化带来的不利影响,并用实验证明其有效性。

第7章介绍了论文中所使用的人脸的特征表示方法和人脸分类方法。第8章把小波变换和压缩技术应用于人脸图像的特征提取,取得了较好的数据压缩效果。第9章介绍自适应谐振神经网络的组成和相应算法,并把其应用在人脸识别中。自适应谐振神经网络的特点是对于同类样本既具有兼容性,又使得样本类数目的变化很容易,能进行在线学习,识别时间短。

海量数据信息的检索操作耗费的时间很长,第10章讨论了大规模人脸数据库的快速检索技术。应用 k 均值的聚类算法,把要检索的数据范围缩小,有效地提高了数据库的检索速度。并以基于内容的不良图像检索为例讲述了实际应用过程。第11章从系统工程的角度,介绍了人脸识别产品的开发步骤和实现技术。重点介绍了“人脸识别门禁系统”和“嵌入式人脸门锁”。最后,第12章对三维人脸识别的技术和方法进行了探讨和展望。

本书内容丰富、叙述脉络清晰,可供相关领域工程技术人员及在校研究生参考阅读和使用。各章最后列出了相关参考文献供读者查阅参考。

本书的草稿源于作者的博士学位论文,并借鉴了诸多研究室其他教师以及博士、硕士研究生的研究成果。本书第8章、第9章由刘小华参与编写,刘森参编了第7章部分内容,李春霞参编了第10章部分内容,张悦参编了4.7节的部分内容,其余部分由段锦完成。在此,感谢长春理工大学电信学院模式识别研究小组的全体成员。本书写作过程中得到我的博士生导师吉林大学周春光教授和长春理工大学杨华民教授的大力支持,在此表示衷心感谢。本书的出版工作得到长春理工大学的大力支持,在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平和学识有限,疏漏和不足之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

段 锦

2007年3月于长春

目 录

前言

第 1 章 生物特征识别	1
1.1 生物特征识别的概念	1
1.2 生物特征识别的发展前景	2
1.3 生物特征识别技术简介	5
1.3.1 人脸识别	5
1.3.2 指纹识别	5
1.3.3 人脸温谱图识别	6
1.3.4 虹膜识别	6
1.3.5 视网膜识别	7
1.3.6 掌纹识别	7
1.3.7 三维手型识别	7
1.3.8 手背脉纹识别	8
1.3.9 语音识别	8
1.3.10 签名识别	8
1.3.11 DNA 序列匹配	9
1.3.12 耳型识别	9
1.3.13 步态识别	9
1.3.14 击键动态识别	9
1.3.15 小结	10
参考文献	10
第 2 章 人脸识别	12
2.1 人脸识别概述	12
2.1.1 人脸识别的研究内容	12
2.1.2 人脸识别的优势与难点	13
2.1.3 人脸识别的应用领域	14
2.2 人脸识别系统	15
参考文献	16
第 3 章 人脸检测和识别的基本理论	18
3.1 人脸检测和定位的理论与方法	18

3.1.1 基于知识规则的方法	18
3.1.2 基于可视特征的方法	19
3.1.3 基于模板匹配的方法	21
3.2 人脸特征提取和识别理论与方法	22
3.2.1 基于几何特征的方法	23
3.2.2 基于代数特征的方法	24
3.2.3 基于机器学习的方法	25
3.3 人脸识别评价标准	30
3.3.1 评价标准	30
3.3.2 性能指标	31
3.4 国内研究现状	33
参考文献	33
第4章 复杂背景下的人脸检测	39
4.1 人脸颜色空间	40
4.1.1 RGB 颜色模型	40
4.1.2 YIQ 颜色模型	41
4.1.3 HSV 模型	42
4.1.4 HIS 颜色模型	43
4.1.5 YCbCr (YUV) 颜色模型	43
4.1.6 rgb 颜色模型	44
4.2 灰度图像检测	46
4.2.1 差分图像	46
4.2.2 投影斜率法	47
4.3 彩色人脸检测	49
4.4 人脸定位算法	52
4.5 颜色模型自适应	55
参考文献	59
第5章 基于级联分类器的人脸检测	60
5.1 分类器结构	60
5.1.1 分类器级联	61
5.1.2 Boosting 原理	63
5.2 弱分类器设计	64
5.2.1 矩形特征选取	64
5.2.2 基于感知器的弱学习算法	65
5.3 AdaBoost 算法	67

5.4 实验与讨论	69
5.4.1 分类器参数选择	69
5.4.2 分类器实现	70
参考文献	72
第6章 人脸光照补偿	74
6.1 光照对识别的影响	74
6.2 相关研究工作	75
6.3 基于小波的光照补偿方法	76
6.3.1 二维小波分解与重建	76
6.3.2 小波去除光照	78
6.4 实验与讨论	80
6.4.1 实验数据库	80
6.4.2 图像标准化	80
6.4.3 实验结果	82
6.5 图像生成技术	86
参考文献	86
第7章 人脸特征提取与识别	88
7.1 人脸特征提取	88
7.1.1 PCA 特征提取	88
7.1.2 ICA 特征提取	91
7.1.3 PCA 和 ICA 的比较	95
7.2 人脸聚类分析	96
7.2.1 聚类分析基本原理	96
7.2.2 简单的分类规则	98
7.2.3 最近邻人脸识别方法	99
7.3 人脸数据库快速检索算法研究	100
参考文献	102
第8章 基于小波的人脸特征提取	104
8.1 二维离散小波变换	104
8.2 基于小波的人脸特征提取	106
8.2.1 小波变换后的低频部分作为特征数据	107
8.2.2 简单加权小波系数作为特征数据	107
8.3 基于 EZW 的小波特征提取	108
8.3.1 小波基的选择	108
8.3.2 双正交小波变换	109

8.3.3 静态图像的零树小波编码	112
参考文献	120
第9章 基于自适应谐振网络的人脸识别	121
9.1 自适应谐振理论	121
9.2 ART2 神经网络	122
9.2.1 F_1 场中第 j 个处理单元的描述	122
9.2.2 F_2 场中所完成运算的描述	124
9.2.3 F_1 场和 F_2 场之间权重系数的学习	124
9.2.4 调整子系统的工作原理以及参数选择	125
9.2.5 ART2 网络的学习算法	126
9.3 人脸的局部特征定位	127
9.3.1 眼睛的定位	127
9.3.2 人脸倾斜和旋转补偿	130
9.3.3 脸部分割	131
9.3.4 面部特征向量	132
9.4 实验与讨论	132
9.4.1 ART2 网络人脸识别算法	132
9.4.2 实验结果	133
参考文献	134
第10章 人脸数据库检索	135
10.1 数据库检索系统	135
10.2 聚类算法	138
10.2.1 标准的 k 均值聚类算法	138
10.2.2 算法分析与改进	139
10.3 实验与讨论	140
10.3.1 实验环境	140
10.3.2 实验步骤	140
10.3.3 实验分析	141
10.4 基于内容的不良图像检索	144
10.4.1 不良图像建模	145
10.4.2 广义模糊加权神经网络	146
10.4.3 不良图像的识别	148
参考文献	149
第11章 人脸识别应用系统	150
11.1 人脸识别门禁系统	150

11.1.1 项目背景	150
11.1.2 系统结构	151
11.1.3 软件实现	155
11.1.4 系统工程设计	156
11.2 嵌入式人脸门锁	159
11.2.1 项目背景	159
11.2.2 系统设计	161
11.2.3 技术关键	162
11.3 其他领域的应用	163
11.3.1 信息安全产品	163
11.3.2 证件鉴别管理系统	164
11.3.3 海量数据库人脸检索比对系统	164
11.3.4 嵌入式人脸考勤系统	165
11.3.5 人脸识别数码相机	168
参考文献	169
第 12 章 三维人脸识别展望	170
12.1 深度人脸识别	170
12.1.1 人脸识别从二维到三维	170
12.1.2 三维人脸识别的挑战	170
12.2 三维人脸模型	171
12.2.1 人脸建模方法	171
12.2.2 三维人脸模型	172
12.3 三维人脸识别方法	173
12.3.1 三维人脸重建	173
12.3.2 三维头部跟踪	174
12.3.3 三维人脸识别	176
12.3.4 表情分析与合成	177
12.4 结束语	178
参考文献	178
附录 人脸识别算法测试规范	180

第 1 章 生物特征识别

1.1 生物特征识别的概念

21 世纪是信息技术、网络技术的世纪。随着计算机及网络的高速发展,信息的安全性、隐蔽性越来越重要。网络信息化时代的一大特征就是身份的数字化和隐蔽化。如何有效、方便地进行身份验证和识别,已经成为人们日益关心的问题,也是当今时代必须解决的关键性社会问题^[1]。身份证、工作证、智能卡、口令密码、网络登录号等传统的身份认证手段,不但使用麻烦、记忆复杂、携带不便、不易保管,而且可能被遗失、忘记,或轻易被窃取、仿造和盗用。因此,目前广泛使用的依靠证件、个人识别号码、口令等传统方法来确认个人身份的技术面临着严峻的挑战,并越来越不适应现代科技的发展和社会的进步^[2]。生物特征识别作为一种高新技术,由于其独特的属性,正在悄然担负起这一重要的使命。

生物特征识别 (biometrics) 技术是指通过计算机利用人体所固有并特有的生理和行为特征来进行身份识别或个体验证的一门科学。生物特征识别属于模式识别问题,并且还涉及信号处理、机器视觉、统计分析、进化计算、生理学、心理学以及认知科学等多个领域。一些典型的用于识别的生物特征^[3]见图 1.1。依据各种生物特征,可将对它们的识别分别应用于不同的领域。生物特征识别技术可分为基于生理特征的生物识别技术和基于行为特征的生物识别技术^[4]。生物特征的分类^[5]见图 1.2。生物特征是与生俱来的,是先天的,如指纹、人脸、虹膜、手型、掌纹、DNA 等;而行为特征则是由生活习惯形成,是后天养成的,如人脸温谱图、语音、签名、步态等。这些生物特征识别技术的研究都取得了一定的成功^[3,5~12]。一些典型的用于识别的生物特征^[13]见图 1.2。

与传统的身份鉴别手段相比,基于生物特征识别技术的身份鉴别具有以下优势:

- (1) 能识别出特征所代表的正确主人。
- (2) 能消除一些不良分子的抵赖声明。
- (3) 不能被丢失、遗忘或转让。
- (4) 防伪性能好,不易被伪造和盗用。
- (5) 用户使用方便,不易损坏。

理想的用于识别的生物特征具有以下特征:

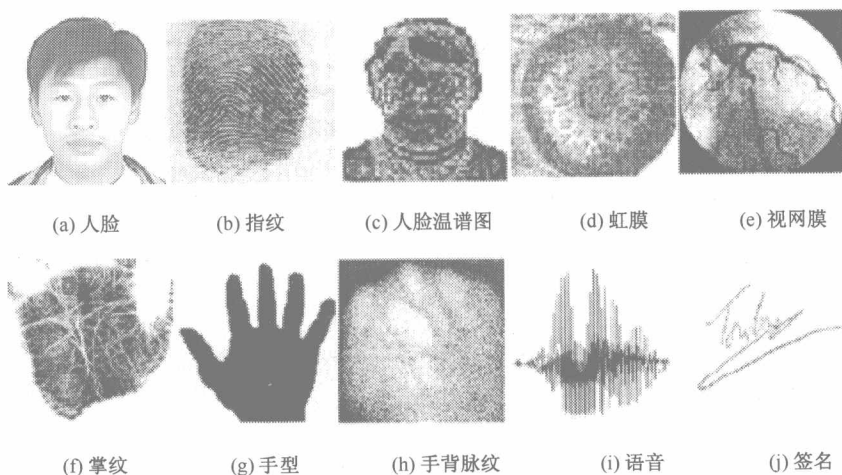


图 1.1 一些典型的用于识别的生物特征

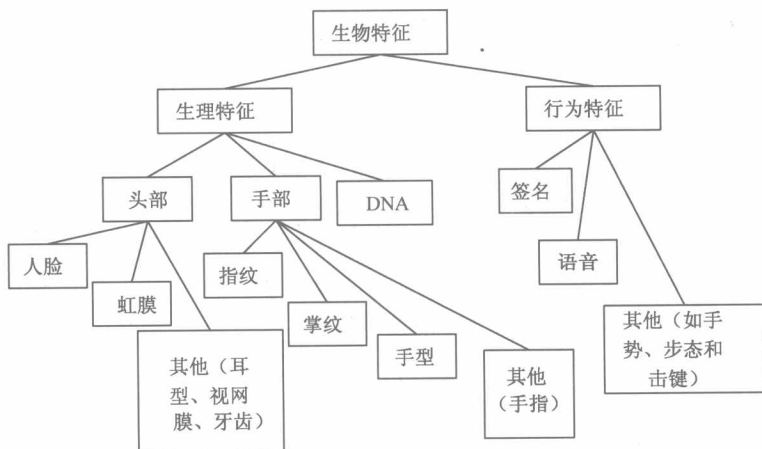


图 1.2 生物特征分类图

- (1) 普遍性，即每个个体都应该具有这种特征。
- (2) 唯一性，即任意两个个体都不会拥有相同的特征。
- (3) 持久性，即个体特征不会随着时间的变化而改变，具有时间不变性。
- (4) 可收集性，指个体特征能够被有效量化并度量。

1.2 生物特征识别的发展前景

随着科技日新月异以及计算机 (computer)、通信 (communications)、内容

(content) 这 3C 的结合, 全新的互动多媒体 (interactive multimedia) 已经登场。数码智慧不仅是科技的连线, 更是人类智慧的新形态。Bill Gates 曾做过这样的断言: “生物识别技术, 利用人的生理特征, 如指纹等来识别个人的身份, 将成为今后几年 IT 产业的重要革新。” Gates 的这段言论是因为有越来越多的个人、消费者、公司和政府机关都承认现有的基于智能卡、身份号和密码的身份识别系统是远远不够的。生物识别技术为此提供了一个解决方案^[14]。

生物特征识别技术作为一种快速发展的技术已经广泛应用于罪犯鉴别、监狱安全等法律实施领域。当前在公民身份证中存储生物特征的技术也正在被许多国家政府采纳。由于电子交易的蓬勃发展, 电子商务和电子银行业成为生物特征识别技术两个最重要的新兴应用领域。这些应用包括电子存款转账、自动柜员机 (ATM) 安全、支票兑现、信用卡安全、智能卡安全、在线交易等。目前, 在这些领域中有几个大型的生物信息安全项目正处在发展之中, 包括万事达信用卡 (Master Card) 的信用卡安全和 IBM 与美国捷运公司 (American Express) 的智能卡安全。许多生物特征识别技术都竞相在这些应用领域显示它们的效能。虽然当前门禁控制系统的市场仍然主要被基于“信物”的技术所占领, 但是可以预见随着生物特征识别技术的发展, 它拥有的市场份额已不断上升。信息系统和计算机网络安全 (如用户授权和通过远程登录访问数据库) 是生物特征识别技术的另一个重要的潜在市场。随着国际互联网和企业内部网 (Intranet) 的迅速扩展, 到 2005 年全球互联网用户将达到 7.65 亿, 与此同时, 由于网络黑客破坏活动的层出不穷, 将有越来越多的信息系统和计算机网络使用基于生物特征识别技术的安全系统。另外, 使用生物特征识别技术, 政府投票机构可以更有效地防止选举舞弊行为, 公司员工考勤设备可以防止“替代考勤”之类事件的发生。

随着人类社会逐渐迈入数字时代, 基于生物特征的身份识别技术愈加显示出它的价值。以美国为例, 基于这项技术的产业规模已经达到数十亿美元。在美国, 每年约有上亿美元的福利款被人以假冒的身份领取, 每年约有价值 4.5 亿美元的信用卡诈骗案发生。利用可靠的方法鉴别 ATM 持卡人的身份, 可以使全美国每年 ATM 诈骗案造成的损失减少 3 亿美元。据美国移民局估计, 如果在美国-墨西哥边境采用快速准确的身份识别系统, 每天可查出 3000 件非法入境案件。我国第二代公民身份证中的芯片不但存储了文字信息, 而且存储了人脸照片, 并且以后将立法将指纹和血型等信息增加到身份证的存储芯片中。香港政府为香港市民更换智能指纹身份证, 新身份证可以支持“自动通关”系统。深圳特区政府已经为全市 3.5 万名离退休人员设立了指纹档案, 借助计算机指纹验证系统发放养老金。目前, 国内外许多高科技公司正在试图用基于眼睛虹膜、指纹、面貌等生物特征识别技术取代人们手中的各种卡片和密码, 并

且已经在机场、银行和各种电子器具上进行实际应用。据国际生物识别产业协会估计,生物识别技术的软件和硬件市场有望在 10 年内达到每年 20 亿美元的规模。

总之,生物特征识别技术不但具有极大的学术研究价值,而且具有广泛的社会需求和市场领域。目前,在来自各方面的需求的积极推动下,生物特征识别技术正在不断地推陈出新、蓬勃发展。可以预计,在不远的将来,包括人脸识别技术在内的各种生物特征识别技术,作为安全级别更高的新兴技术,将革命性地在社会应用的各个层面逐步取代传统的基于“信物”或者口令的身份识别方法,在自动身份识别的安全领域中占据主导地位。生物特征识别技术将密切深入到人类的日常生活中,对人类社会产生巨大影响。

生物特征识别技术作为关系国家安全的关键技术,一直为人们所关注。很多国家的大学和研究机构以及商业公司投入了研究力量,并在 20 世纪末有了较快速的发展。除了传统的国际知名会议,如图像处理 (ICIP)、计算机视觉 (ICCV)、模式识别 (ICPR, CVPR) 等,近年又出现了有关生物特征识别技术的专业学术会议,如 AFGR (Automatic Face and Gesture Recognition), AVBPA (Audio and Video-Based Person Authentication), ICBA (International Conference on Biometric Authentication) 等。

目前,美国等发达国家有许多研究小组在从事生物识别技术的研究,这些研究受到军方、警方及大公司的高度重视和资助。特别是“9.11”事件以后,国际恐怖主义形势的日益严峻,世界各国的政府更明确了生物特征识别的重要性。生物识别技术作为关系国家安全的重大关键技术被重点发展,并被大幅度投入实际应用。美国连续发布了三个法案(爱国者法案、强化边境安全法案、航空交通安全法案)强调在执法、边检、航空等领域应用生物识别技术,并立法要求在 2004 年 10 月以前在护照上增加生物识别技术^[1]。

图 1.3 是国际生物识别委员会 (International Biometric Group) 在 2003 年发布的生物识别技术的市场份额报告,报告预测未来几年里人脸识别技术的市场会有大的增长。

国内,2000 年由 863 计划智能计算机主题专家组和中国科学院自动化研究所发起,在北京举办了“第一届中国生物特征识别学术会议”,并建立了学术网站 (www.sinobiometrics.com)。会议使得国内同行有了一个可以相互交流和切磋的专门性平台,会议每年举办一次。2001 年由浙江大学在杭州承办了第二届会议,2002 年由西北大学在西安承办了第三届会议,2003 年在北京举办了第四届。2003 年 10 月由公安部、科技部、中国科学院主办的“中国生物识别技术发展战略论坛”也隆重召开,并推出中国生物特征识别业界唯一专业刊物《中国生物特征认证动态》。

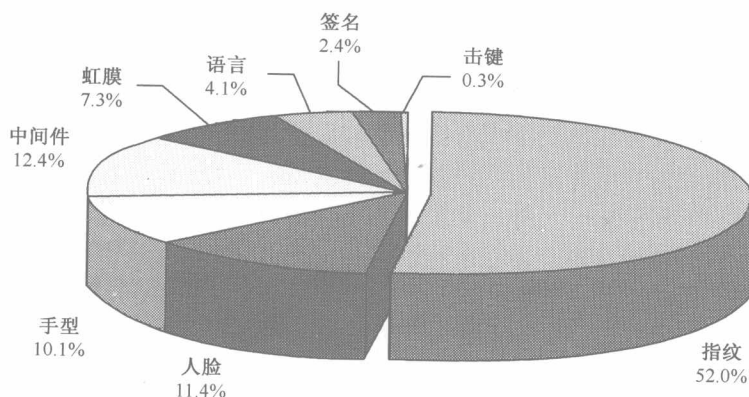


图 1.3 2003 年各类生物特征技术所占市场份额

1.3 生物特征识别技术简介

1.3.1 人脸识别

人脸 (face)^[15] 自动识别是一种重要的生物特征识别技术, 应用非常广泛。与其他身份识别方法相比, 人脸识别具有直接、友好和方便等特点。因而, 人脸自动识别问题的研究不仅具有重要的应用价值, 而且在模式识别中具有重要的理论意义, 目前人脸自动识别已成为模式识别和人工智能领域的研究热点。关于人脸识别更详细的论述见 2.1 节。

1.3.2 指纹识别

基于指纹 (fingerprint)^[7,16] 的生物识别技术是应用得最早、最广泛的生物特征识别技术。每个人都有自己唯一且持久不变的指纹。指纹的生物学特征易于理解, 与一般的图像相比, 指纹图像有自己的特点, 它的内容比较简单, 通常由交替出现的宽度大致相同的脊和谷组成, 见图 1.1 (b)。

指纹识别技术主要包括: 指纹图像读取、特征提取、模式匹配。首先通过指纹读取设备读取指纹图像, 并对原始图像进行预处理, 接下来进行特征提取。指纹特征提取算法由以下 3 部分组成: ①方向场估计。对输入图像的方向场进行估计, 确定可用区域。②脊特征提取。提取脊特征并进行细化。③细节检测及后处理。从细化的脊特征图中提取细节, 确定脊特征参数: 坐标、方向角及脊相互关系。然后把两个指纹的模板进行比较, 计算出它们的相似程度, 并最终得到两个指纹的匹配结果, 从而达到识别个人身份的目的。

人们利用指纹进行身份识别已有好几个世纪了^[17,18], 第一个指纹商业系统

在 1971 年使用^[5]。指纹识别比较方便、可靠性高,是一项相对成熟的生物特征识别技术,能应用在一定的范围内。目前,已经开发出了能适应环境、容易使用的设备,具有同时录入多个指纹以提高系统准确性和灵活性的能力,在刑侦领域、安全系统以及驾照注册等方面应用十分广泛。但是,指纹自动识别系统是通过将输入的指纹与数据库里的指纹相比较而实现的,因此要求数据库的容量足够大,而且要求不断更新。另外,实验表明指纹识别系统的输入传感器对大约 5% 的人的指纹不能提供足够高质量的指纹图像以用于识别。其原因包括:手指上的皮肤有伤疤、有绷带包扎、长茧、干燥、病态、老化、特别光滑、手指窄小等。此外,环境干湿度和输入传感器受污染等因素也都会影响指纹识别效果。

1.3.3 人脸温谱图识别

利用红外传感器可以获取人脸热辐射图像,即人脸温谱图(face thermogram),见图 1.1 (c)。研究表明,每个人的脸温谱图不但具有唯一性,而且具有较高的稳定性和持久不变性,即使通过外科整形手术也很难改变,因此,可利用它来识别个人身份。另外,由于人脸温谱图识别方法是一种非接触性的、非侵犯性的鉴别方法,加之红外传感器可在弱光或没有光照的情况下捕获人脸温谱图,因此这是一种比较好的身份识别方法。其缺点是受周围环境温度的影响较大。另外,目前红外传感器价格较高,限制了它的广泛使用。

1.3.4 虹膜识别

使用虹膜(iris)^[11]进行身份识别是近年来研究的又一热点。虹膜识别具有唯一性、稳定性等优点。虹膜是瞳孔与巩膜间的环形可视部分[图 1.1 (d)],虹膜具有终身不变性,不同的虹膜之间具有差异性。人眼中的虹膜由一种随瞳孔直径变化的复杂的纤维组织所构成,在出生前的生长发育过程中形成了人们各自虹膜组织结构的细微差别。没有任何虹膜的形状是完全相同的,即使是同一个人的左眼和右眼的虹膜形状也不完全相同。因此,虹膜具备区别个体的条件。

在虹膜识别系统中,首先可以捕获登录者的眼睛图像,然后分割提取出虹膜图像,同时加以校准,再进行特征提取与编码,最后把编码与数据库中的允许登录者的虹膜编码作比较(进行模式识别),得出是拒绝还是接受的结果。虹膜识别过程大体包括:虹膜图像捕获、虹膜图像识别、模式匹配。

尽管虹膜扫描识别系统能够取得很高的识别率,但也存在缺点:很难将图像获取设备的尺寸小型化;需要昂贵的高分辨率摄像头;镜头可能会使图像畸变而使得可靠性大为降低;黑眼睛极难读取;需要较好的光源;如果使用者戴眼镜、虹膜被眼睑遮挡或者镜头反射,其可靠性会下降;使用者不愿意接受这种近距离接触眼睛的技术等。这些缺点限制了它的应用范围。

1.3.5 视网膜识别

视网膜识别 (retinal) 是通过视网膜读取器感知人眼后面的视网膜脉络模式 [图 1.1 (e)] 而进行识别。由于每个人的脉络模式都是唯一的, 所以视网膜识别非常准确^[5]。视网膜的采集设备是使用低照度光源, 通过一个光学目镜连接眼睛进而扫描视网膜的独特脉络模式。这就要求被识别者的眼睛对这个目镜往里看, 从眼睛后部反射出来的光线用于捕捉视网膜脉络模式。尽管视网膜识别可以得到很高的识别率, 然而大多数人有可能会拒绝对他们眼睛内部进行任何测量。对于戴着隐形眼镜或闭着眼睛的照片都不能进行精确识别。眼镜的反光同样也会阻止扫描器准确地找到视网膜。因此尽管视网膜识别技术本身的性能很好, 但它还不能被所有的使用者欣然接受。

1.3.6 掌纹识别

掌纹 (palmprint) 是指手掌上的纹路特征 [图 1.1 (f)]。掌纹识别是生物智能识别技术家族中的一个新成员, 掌纹是相当稳定的生理特征。掌纹特征数据包括: 细小的点 (如指纹)、几何外形 (如手)、基本线、褶皱和脊等。掌纹特征比手型特征更稳定并且更具有分类性。掌纹模式比指纹模式更复杂、更鲁棒; 提取时不易被噪声干扰; 不会受室内或室外环境影响; 不需要约束的光源; 用户接受程度高; 由于有很多稳定的特征数据, 其识别可靠性高; 因其非接触性, 不会造成伤害; 与手型相比, 很难利用掌纹识别进行欺骗。然而掌纹识别也有其不利因素, 如计算复杂度很高, 需要较长的处理时间; 手掌的物理面积较大, 需要较大的采集传感器, 不适合应用于掌上电脑等设备上。

1.3.7 三维手型识别

三维手型 (hand geometry)^[5,12] 是人手独有的形状特征, 是一种简单的生物特征, 这些特征是由手部的三维外形组成的, 通过对几何特征的度量和比较进行分析, 通常的识别系统要与智能卡一同使用。三维手型特征包括: 手的外部轮廓、手掌、手指的长度、宽度、面积、厚度以及手指之间的相互关系等 [图 1.1 (g)]。三维手型识别应用在计时考勤系统、出入境通关系统、门禁系统等方面。手型识别系统简单、费用低, 人们的接受性较好, 手型图像采集容易, 对健康没有影响。但是, 手型会随着年龄的增长、疾病等情况而发生改变, 因此手型识别系统要定期更新数据库, 这给系统的设计和使用带来诸多不便; 手型识别的特征信息很简单、数量较少, 所以其准确性受到了限制; 佩戴不同类型的戒指也将为提取正确的手形特征带来困难。另外, 劳动和伤损等情况会使手型发生变化, 给系统的正常判断带来困难。