

---

# 生物特征识别技术 手指静脉识别技术

---

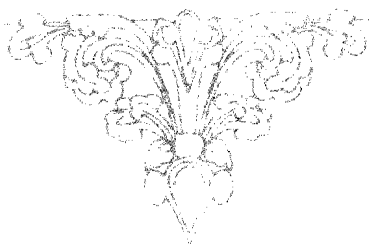
余成波 秦华锋 著

---



清华大学出版社





---

# 生物特征识别技术 手指静脉识别技术

---



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

生物特征识别技术是随着计算机科学技术的不断发展,特别是计算机图像和模式识别等学科的发展而逐步形成的新兴学科。基于手指静脉识别技术的个人身份识别系统是世界上最尖端的具有高精度、高速度的认证技术,被认为是具有高防伪性的第二代生物认证技术,越来越受到人们的重视,并开始进入社会生活的各个领域,具有非常广阔的应用前景。

本书作为国内外第一部关于手指静脉识别技术的专著,较为详细地总结了作者近年来的有关研究成果。全书共12章,其主要内容包括生物特征识别的相关内容(第1章)、手指静脉识别技术(第2章)、手指静脉图像的获取(第3章)、数字图像的处理预备知识(第4章)、手指静脉图像的预处理(第5章)、基于模糊增强的手指静脉图像分割算法(第6章)、基于方向谷形检测的静脉纹路分割(第7章)、手指静脉图像的后处理(第8章)、基于手指静脉结构的静脉识别技术(第9章)、基于MHD距离的手指静脉识别方法研究(第10章)、基于两个方向二维主成分分析方法的物体识别方法(第11章)及基于两个方向二维核主成分分析的物体识别方法(第12章)。同时,本书在附录中给出了各种实现的MATLAB源程序代码,并在每一章给出了大量参考文献,以便读者参考。

本书可作为计算机科学与技术、电子信息工程、系统科学、信息技术等相关专业高年级本科生、研究生和研究人员的科研用书和参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

生物特征识别技术:手指静脉识别技术/余成波,秦华锋著. —北京:清华大学出版社,2009.4  
ISBN 978-7-302-19348-7

I. 生… II. ①余… ②秦… III. 手指—静脉—自动识别 IV. TP391.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第010775号

责任编辑:魏江江 李 晔

责任校对:白 蕾

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:12.5 字 数:297千字

版 次:2009年4月第1版 印 次:2009年4月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:028946-01

生物特征识别技术是随着计算机科学技术的不断发展,特别是计算机图像和模式识别等学科的发展而逐步形成的新兴学科,也是模式识别的一个典型应用。生物特征识别就是为进行身份验证而采用自动化技术测量身体的特征或个人行为特点,并将这些特征或特点与数据库的数据进行比较,完成认证的一种解决方案。作为网络化与信息化时代必不可少的身份鉴别手段,生物特征识别技术已成为国内外的前沿热门研究方向。

身份识别是加强信息和系统等安全性的基本方法之一。传统的身份识别技术具有不方便、不可靠、不安全等诸多缺点,而生物特征识别技术是克服这些缺点的有效途径。作为一种新兴的生物特征识别技术,手指静脉识别具有速度高、精度高、安全等级高、活体识别、内部特征、非接触式等优点。在众多的生物特征中手指静脉是较为理想的一种用于身份认证的生物特征;同时,基于手指静脉识别技术的个人身份识别系统是最尖端的具有高精度、高速度的认证技术。在各种生物认证技术中,因其是利用外部看不到的生物内部特征进行认证的技术,所以作为具有高防伪性的第二代生物认证技术备受瞩目,越来越受到人们的重视,并开始进入社会生活的各个领域,具有非常广阔的应用前景,国内外许多科技人员急需了解该方法。

本书作为国内外第一部关于手指静脉识别技术的专著,系统地分析了手指静脉识别的相关内容、手指静脉图像的采集、图像进行预处理和分割、各种手指静脉特征的提取、匹配及分类技术等内容,以满足计算机科学与技术、电子工程、系统科学、信息技术等相关专业高年级本科生、研究生和研究人员作为科研用书和参考资料的需要。通过此书,读者可以充分了解有关手指静脉识别这种新兴生物识别技术的基本原理和相关算法等,对读者了解本领域的技术发展趋势也是非常有益的,有助于进一步的研究和开发。

全书共 12 章,其主要内容包括生物特征识别的相关内容(第 1 章)、手指静脉识别技术(第 2 章)、手指静脉图像的获取(第 3 章)、数字图像的处理预备知识(第 4 章)、手指静脉图像的预处理(第 5 章)、基于模糊增强的手指静脉图像分割算法(第 6 章)、基于方向谷形检测的静脉纹路分割(第 7 章)、手指静脉图像的后处理(第 8 章)、基于手指静脉结构的静脉识别技术(第 9 章)、基于 MHD 距离的手指静脉识别方法研究(第 10 章)、基于两个方向二维主成分分析方法的物体识别方法(第 11 章)及基于两个方向二维核主成分分析的物体识别方法(第 12 章)。同时,本书在附录中给出了各种实现的 MATLAB 源程序代码,并在每一章给出了大量参考文献,以便读者参考。

本书主要内容是基于作者带领的团队在重庆市自然科学基金项目(编号: CSTC2007BA2023)和重庆市教育委员会科学技术研究项目(编号: KJ070620、KJ070605)的研究与应用工作中的积累,在此感谢团队成员做出的突出贡献。参与本书编写的还有张睿、杨数强、谢东坡、胡柏栋、龚智、许超明、李泉、张冬梅、张方方、刘彦飞、刘贺、彭秋、崔焱喆。清华大学出版社和重庆工学院对本书的出版给予了大力支持,在此表示衷心感谢!

作者

2008年12月

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 引言 .....	1
1.2 生物特征识别技术 .....	2
1.2.1 人体生物特征及其分类.....	2
1.2.2 生物识别系统的性能评估.....	6
1.2.3 生物特征识别技术发展潜力和市场调查.....	8
1.2.4 生物识别技术的横向比较.....	9
1.3 基于人手的特征识别技术.....	11
1.3.1 基于人手的生物特征识别技术研究现状 .....	11
1.3.2 手部生物特征的分类与整理 .....	12
1.3.3 基于人手的生物特征识别技术简介 .....	14
1.3.4 人体手部生物特征的获取与技术指标评价 .....	20
1.4 本章小结.....	24
参考文献 .....	24
<b>第 2 章 手指静脉识别技术概述</b> .....	27
2.1 手指静脉识别技术研究的背景.....	27
2.2 手指静脉识别技术的研究现状.....	29
2.2.1 国外研究现状 .....	29
2.2.2 国内研究现状 .....	30
2.3 手指静脉识别技术的研究内容.....	31
2.3.1 手指静脉图像的获取研究 .....	31
2.3.2 手指静脉增强研究 .....	32
2.3.3 手指静脉分割研究 .....	32
2.3.4 手指静脉匹配研究 .....	32
2.3.5 手指静脉分类研究 .....	33
2.4 本章小结.....	33
参考文献 .....	34

<b>第 3 章 手指静脉图像的获取</b> .....	35
3.1 手指静脉识别系统的总体框架 .....	35
3.2 手指静脉的成像原理 .....	36
3.3 光源的选择 .....	36
3.4 摄像装置及辅助器件 .....	37
3.4.1 成像设备的选择 .....	37
3.4.2 滤光片的选择 .....	39
3.4.3 手指定位装置设计 .....	39
3.4.4 手指放置就绪检测装置 .....	40
3.5 采集装置的实现及图像的采集 .....	46
3.6 本章小结 .....	48
参考文献 .....	48
<b>第 4 章 数字图像的处理预备知识</b> .....	49
4.1 数字图像的二维傅里叶变换 .....	49
4.2 图像预处理 .....	50
4.2.1 直方图修正 .....	50
4.2.2 灰度变换 .....	51
4.2.3 图像的锐化 .....	53
4.2.4 图像的平滑 .....	57
4.2.5 几何变换 .....	60
4.3 图像分割与特征提取 .....	63
4.3.1 边缘检测方法 .....	63
4.3.2 灰度阈值分割法 .....	66
4.3.3 二值图像与线图形 .....	69
参考文献 .....	74
<b>第 5 章 手指静脉图像的预处理</b> .....	75
5.1 静脉图像的预处理 .....	75
5.1.1 图像定位与手指图像截取 .....	76
5.1.2 静脉图像尺寸归一化 .....	77
5.1.3 静脉图像灰度归一化 .....	80
5.2 本章小结 .....	80
参考文献 .....	80
<b>第 6 章 基于模糊增强的手指静脉图像分割算法</b> .....	81
6.1 引言 .....	81
6.2 经典的阈值确定方法 .....	82
6.2.1 模糊阈值法 .....	82

6.2.2	固定阈值选取法	83
6.2.3	迭代阈值选取方法	83
6.2.4	均值方法	83
6.2.5	OTSU 法	83
6.2.6	NiBlack 方法	84
6.3	基于多阈值模糊增强的静脉图像分割算法	84
6.3.1	传统单层次模糊增强算法简介	84
6.3.2	基于多阈值模糊算法的手指静脉图像增强	86
6.4	实验结果及结论	86
6.5	本章小结	87
	参考文献	87
<b>第 7 章</b>	<b>基于方向谷形检测的静脉纹路分割</b>	<b>89</b>
7.1	引言	89
7.2	基于方向谷形检测的静脉纹路分割	89
7.2.1	算法的基本原理	89
7.2.2	算法具体描述	92
7.3	实验结果	93
7.4	本章小结	94
	参考文献	94
<b>第 8 章</b>	<b>手指静脉图像的后处理</b>	<b>96</b>
8.1	图像的滤波与去噪	96
8.2	图像的细化	97
8.2.1	细化算法	98
8.2.2	改进细化方法	99
8.2.3	毛刺的裁减	99
8.2.4	图像裁减后的修复	99
8.3	本章小结	100
	参考文献	100
<b>第 9 章</b>	<b>基于手指静脉结构的静脉识别技术</b>	<b>101</b>
9.1	引言	101
9.2	静脉的匹配	102
9.3	实验结果及性能分析	105
9.3.1	静脉匹配	105
9.3.2	识别测试	105
9.4	本章小结	106
	参考文献	107



<b>第 10 章 基于 MHD 距离的手指静脉识别方法研究</b> .....	108
10.1 引言 .....	108
10.2 红外静脉图像的预处理 .....	109
10.2.1 手指静脉数据库 .....	109
10.2.2 图像的标准化 .....	109
10.2.3 图像的方向场 .....	109
10.2.4 脊波滤波 .....	110
10.2.5 静脉提取 .....	111
10.2.6 图像的细化 .....	114
10.3 细节节点的提取 .....	115
10.4 实验结果 .....	116
10.4.1 MHD 认证 .....	117
10.4.2 静脉结构特征测试 .....	118
10.4.3 两类细节节点的测试 .....	119
10.5 本章小结 .....	119
参考文献 .....	119
<b>第 11 章 基于两个方向二维主成分分析方法的物体识别方法</b> .....	121
11.1 引言 .....	121
11.2 2DPCA 方法 .....	122
11.3 $(2D)^2$ FPCA 方法 .....	122
11.3.1 $(2D)^2$ FPCA 概念 .....	122
11.3.2 2D-FLD 变换 .....	123
11.4 实验结果 .....	124
11.5 本章小结 .....	125
参考文献 .....	126
<b>第 12 章 基于两个方向二维核主成分分析的物体识别方法</b> .....	127
12.1 引言 .....	127
12.2 2DPCA 方法 .....	128
12.3 二维核主成分分析方法 .....	128
12.3.1 2DPCA 方法 .....	128
12.3.2 K2DPCA 方法 .....	128
12.4 K2DPCA+2DPCA 方法 .....	129
12.4.1 K2DPCA+2DPCA 的思想 .....	129
12.4.2 K2DPCA+2DPCA 的变换 .....	130
12.5 实验分析 .....	130
12.6 本章小结 .....	132
参考文献 .....	132

---

附录	134
第 5 章有关源程序代码	134
第 6 章有关源程序代码	136
第 7 章有关源程序代码	139
第 8 章有关源程序代码	147
第 9 章有关源程序代码	150
第 10 章有关源程序代码	164
第 11 章有关源程序代码	179
第 12 章有关源程序代码	182

# 绪 论

## 1.1 引言

随着信息技术飞速发展、人类社会不断进步,对信息技术提出了更新、更高的要求。网络信息化时代对人的身份进行识别的需求应用越来越多,更要求身份的数字化和隐性化,如何准确鉴定一个人的身份,保护信息安全,是信息化时代必须解决的一个关键性问题。

传统的身份认证所采用的方法主要有两种<sup>[1]</sup>:一种是基于身份标示物(如钥匙、证件、卡等)的身份认证,另一种是基于身份标示知识(如密码、卡号、用户名等)的身份认证。但两者都存在着各自难以克服的缺陷:标示物容易丢失或被伪造,标示知识容易遗忘或被记错;更为严重的是,这些传统的身份识别方法往往无法区分标示物的真正拥有者和取得标示物的冒充者,一旦他人获得这些标示物,就可以拥有相同的权利。美国一年有上亿美元福利款被人以假冒身份领取。据 Master Card 公司估计,每年约有 4.5 亿美元的信用卡诈骗案发生,其中就包括利用丢失和被盜的信用卡犯罪,如果销售场所可以准确地鉴别持卡人的身份就会大大减少这类诈骗案的发生。另外,由于使用盜窃来的身份识别码(PIN)而造成的移动电话通信的损失高达 10 亿美元。据估计,利用可靠的方法鉴别 ATM 持卡人的身份,可以使全美国每年由于 ATM 诈骗案造成的损失减少 3 亿美元,可靠地鉴别支票领款人可以减少上亿美元的冒领金额。随着网络的发展,非法登录计算机的案件正呈上升趋势,有效的身份鉴别技术可以防止这类案件的发生。一种新的身份认证技术——人体生物特征识别技术(Biometric Identification Technology)呼之欲出。

生物特征识别技术所依据的不是传统的标示物或标示知识,而是依靠人体生物特征进行身份认证的一种技术,即通过计算机将人体所固有的生理特征或行为特征收集进行处理,来进行个人身份鉴定的技术。生物特征识别方法的依据是人体本身所拥有的东西,是个体特性。事实上,任何生理上的特征都可以用来进行身份识别。生物特征分为基于身体特性(生理特征)和基于行为特点两类。生理特征与生俱来,多为先天性的;行为特征则是习惯使然,多为后天形成。生物特征识别技术是目前最为方便与安全的识别系统,无须记住身份证号码或密码,也不需要随身携带像智能卡之类的东西。“钥匙”就是你自己,没有什么能比这更安全和更方便。目前,一些用于身份鉴别的生物统计特征主要有声纹、指纹、脸纹、虹膜、笔迹、步态、红外温光谱图等,另外还有一些生物特征可以用于身份鉴别,包括耳形、

DNA、视网膜、手形、掌纹、体味、足迹等。生物特征识别技术的发展催生了一个新产业,目前该领域的年产值已达数亿美元,并呈高速增长态势。Bill Gates 曾做过这样的断言:“生物特征识别技术,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 产业的一项重要革新。”

早在 2001 年,美国已经签署了电子签名法案,法案的签署促使美国各大高新技术公司加紧开发保证电子签名安全的技术,这主要包括验证一个人身份的加密数字化装置和附加在计算机上的指纹或虹膜识别设施等。特别是在“9·11”后,生物识别技术的重要性得到全球各国政府的高度重视。美国连续发布 3 个法案强调在边检、执法、民航等领域应用生物特征识别技术,并立法要求 2005 年在护照上使用该技术;联合国的国际民用航空组织(ICAO)对 188 个成员国发布了航空领域使用生物物证认证技术的规划,提出将在个人护照中加入生物特征(包括指纹识别、虹膜识别、人脸识别等),并在进入各个国家的边境时进行个人身份的确认。生物特征识别已经是国内外的前沿热门研究方向,它利用多学科最新研究成果,取得了大量优秀成果,随着计算机技术的发展和人们对社会公共安全、个人信息安全需求的提高,在全球范围内已经形成了巨大的市场。美国基于生物特征的身份认证产业规模已经达到数十亿美元,其他一些国家和地区(如欧盟、澳大利亚、日本、韩国等)采用法律规定的方式来使用生物识别技术。在我国,生物认证技术是一个新兴的产业,在 2007 年 2 月我国国务院发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中,更是将生物特征识别列入今后 15 年科技工作重点领域中的优先主题,并在信息领域前沿“智能感知技术”的部署中重点强调该领域的研究。随着 2008 年奥运会和 2010 年世博会等大型国际性会议的召开,拥有 13 亿人口规模的中国市场,注定是有潜力、有高度增长可能性的市场,也必定为未来全球最大的生物特征技术提供广阔的发展空间。中国科学院自动化所成立了生物特征认证与测评中心,同时促成了中国生物特征认证技术产业联盟的成立。

## 1.2 生物特征识别技术

### 1.2.1 人体生物特征及其分类

生物特征认证是通过计算机利用人体固有的生理特征或行为特征鉴别个人身份。生物特征识别技术具有不易遗忘和丢失、不易伪造和被盗、可以“随身携带”、随时随地使用等优点,已经被全世界所关注,并应用于身份认证、出入口管理、安防监控、电子商务、电子政务等各个领域。典型的一些生物特征的例子如图 1.1 所示<sup>[2]</sup>,主要包括指纹识别、虹膜识别、人脸识别、掌纹识别、静脉识别、声音识别、签名识别、笔迹识别、手形识别、步态识别及多种生物特征融合识别等诸多种类,已经有成熟的产品并有了一定的市场应用的生物认证主要的有指纹识别、人脸识别、掌纹识别、虹膜识别。

典型的生物特征识别系统结构如图 1.2 所示,通常包含登记子模块和识别子模块两大部分,其中,登记子模块负责将个人的身份特征登记入库,系统通过传感器获得身份生物特征的数字化表示,然后通过特征提取模块获得该生物特征的有效表示,以实现匹配功能和减少存储生物特征所需的存储空间。识别子模块负责鉴别身份是否合法或正确。在该子模块中,首先通过传感器读入待鉴别身份的生物特征,然后使用同样的特征模块提取出特征的有效

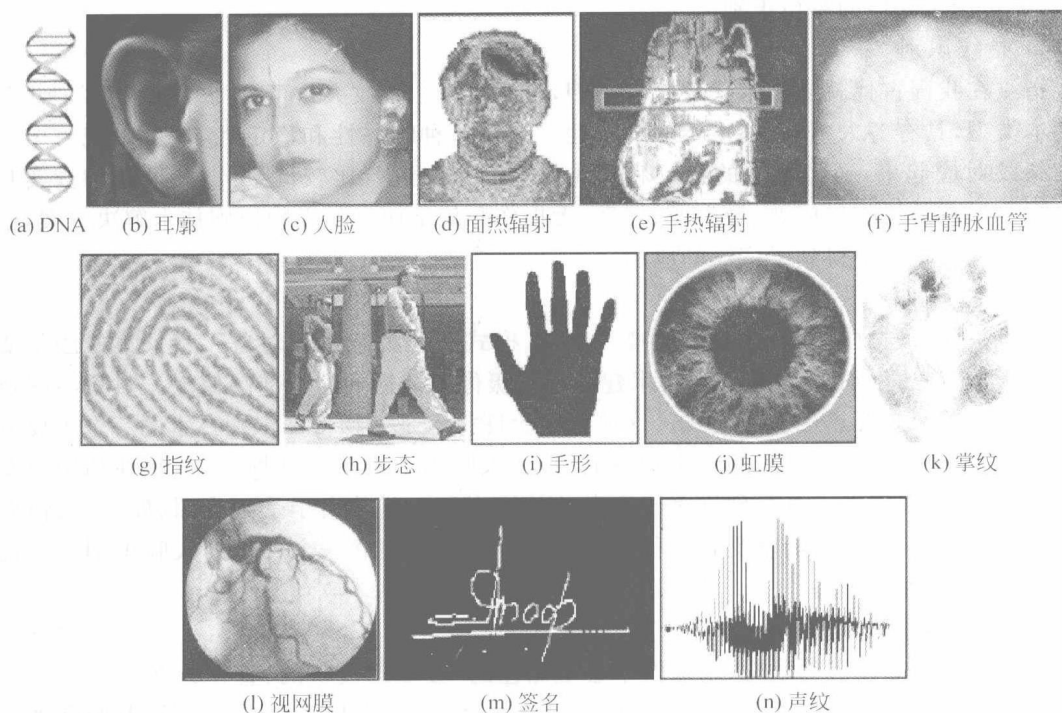


图 1.1 常用人体的生物特征例子

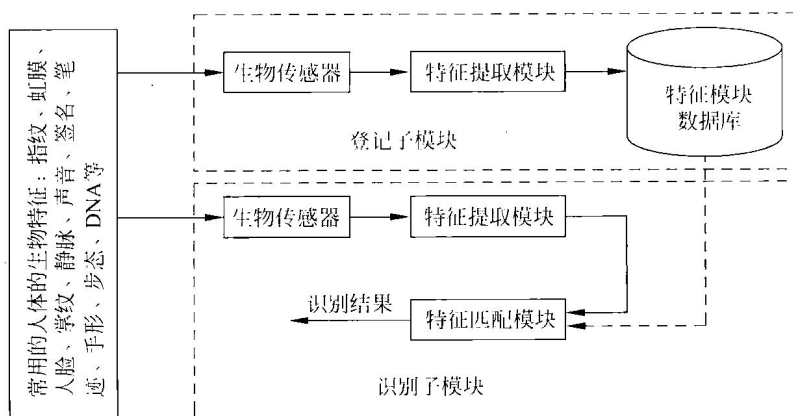


图 1.2 生物识别系统结构框图

表示,最后将提取出的特征表示送入匹配模块与数据库中的特征模板相比较,以判别身份的正确性和合法性。

由前节内容可知,根据所采用的生物特征类型的不同,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。

### 1. 基于生理特征的生物识别技术

人体本身所固有的生理特征包括面部特征、指纹、手形、基因、体热辐射与身体气味、眼部特征(视网膜、虹膜)、腕部/手部/面部静脉血管模式等。它不随客观条件和主观意愿而改

变,因此可用于人体的身份识别。

#### 1) 指纹识别<sup>[3~11]</sup>

指纹在我国古代就被用来代替签字画押,证明身份。指纹大致可分为“弓”、“箕”、“斗”3种基本类型,具有各人不同、终生不变的特性。依靠这种唯一性和稳定性,就可以把一个人与其指纹对应起来,通过对他的指纹和预先保存的指纹进行比较,就可以验证他的真实身份。指纹识别是目前最成熟、最方便、可靠、无损伤和价格便宜的生物识别技术解决方案,已经在许多行业领域中得到了广泛的应用。

#### 2) 人脸识别<sup>[12~18]</sup>

人脸识别是通过分析脸部特征的唯一形状、模式和位置来辨识对象。其采集方法主要有:摄像机和热量绘图。标准摄像技术建立在由摄像机捕捉到的脸部图像上。热量绘图技术分析皮肤下的血管热量发生模式。这项生物验证技术是生物特征识别技术的一个重要方向,在于它能够人机交互。与其他生物特征相比,人脸识别具有主动性、非侵犯性和用户友好等许多优点,多年来一直受到许多研究者的关注,但是,目前由于受到光照、姿势、表情变化的影响,人脸识别的准确度受到了很大限制,迄今为止,建立一个鲁棒的人脸识别系统仍然是一个很困难的问题。

#### 3) 虹膜识别<sup>[19~27]</sup>

眼球的可见部分俗称眼珠,眼珠的中心是黑色的、形如圆盘状的、直径为2.5~4mm的圆孔,称为瞳孔。虹膜是葡萄膜的最前部分,位于晶体前,周边与睫状体相连接,是瞳孔外缘间的环形组织。虹膜不同于视网膜,视网膜位于眼底难以取像,虹膜是位于人眼表面黑色瞳孔和白色巩膜之间的圆环状区域,虹膜识别是与眼睛有关的生物验证中对人产生较少干扰的技术。虹膜可以直接看到,更可以用摄像设备获取更精细的图像。眼科学家、解剖学家和发育生物学家经过大量的临床观察和研究发现,组成一个虹膜的可变项可达到260项,这使得虹膜的结构千奇百怪,能够成为独一无二的标识。另外,在红外光下可以看到丰富的纹理信息,如斑点、条纹、细丝、隐窝等细节特征,这些特征在出生之前就以随机组合的方式确定下来了,一旦形成便终生不会改变。虹膜结构不具有遗传性,即使是同卵双胞胎的虹膜也不相同,且自童年以后虹膜基本不再发生变化。故近年来,虹膜识别技术被认为是最有前途的生物测定识别技术之一。但虹膜识别所需的采集设备十分昂贵,在操作的简便性和系统集成方面作为验证对象没有优势,还不能大量应用在低端市场,市场规模受到限制。

#### 4) 视网膜识别

视网膜上有丰富的脉管,这些脉管具有很复杂并且稳定的结构。这些结构信息可用来实现高精度的身份识别。在采集视网膜的数据时,扫描器发出一束光射入使用者的眼睛,并反射回扫描器,系统会迅速描绘出眼睛的血管图案并录入到数据库中。尽管视网膜扫描可以得到很高的识别准确率,但在获得视网膜图像时,使用者的眼睛与录入设备的距离应在半英寸之内,并且在录入设备读取图像时,眼睛必须处于静止状态,因此导致使用不方便,大多数人都愿接受这种方法。同时,眼镜的反光同样也会阻止扫描器准确地找到视网膜。

#### 5) DNA 识别

DNA即脱氧核糖核酸,具有个体的特异性,因此可将其用于身份识别。DNA识别利用的是不同的人的人体细胞中具有不同的DNA分子结构。人体内的DNA在整个人类范围内具有唯一性和永久性。因此,除了对双胞胎个体的鉴别可能失去它应有的功能外,这种方

法具有绝对的权威性和准确性。

不像指纹必须从手指上提取,DNA 模式在身体的每一个细胞和组织都一样。这种方法的准确性优于其他任何生物特征识别方法,近几年来,作为最前沿的刑事生物技术,DNA 分析为法医物证检验提供了科学、可靠和快捷的手段,使物证鉴定从个体排除过渡到了可以作同一认定的水平,为重大疑难案件的侦破提供了准确可靠的依据<sup>[28]</sup>。但它存在的主要问题是使用者的伦理问题和实际的可接受性,DNA 模式识别必须在实验室中进行,不能达到实时以及抗干扰,耗时长是另一个问题。这就限制了 DNA 识别技术的使用;另外,某些特殊疾病可能改变人体 DNA 的结构,系统无法对这类人群进行识别。

#### 6) 耳廓识别

人的耳廓由于其耳轮、耳屏、耳垂等部位的特点及其相互关系,构成了个体耳垂固有的、相对稳定的特征。医学研究表明:人的耳廓在出生 4 个月后,随着身体发育按比例生长,其形态学特征基本保持不变<sup>[29]</sup>,而且耳廓图像与人脸图像比较,具有图像面积小,色度相对稳定,不会受化妆、表情影响等特点。因此,耳廓作为一种特有的生物特征体具有可靠性和稳定性的特点,可用来进行个体身份鉴别。

#### 7) 掌纹识别<sup>[30,31]</sup>

人的掌纹千差万别,没有任何两个手掌是完全相同的,即掌纹具有唯一性。掌纹识别是指根据测量使用者的手掌和手指的物理特征的有效信息来识别哪些掌纹图像是来自同一手掌,哪些掌纹图像是来自不同的手掌,从而达到身份识别的目的和进行验证。虽然对于掌纹,手相学的研究与身份识别的目的不同,但它们关注的对象都是手掌。手相学的论著<sup>[31]</sup>记载着人类对掌纹数千年的观察统计结果,其中有关手掌的分区、分类、点、线、颜色等特征的描述都对掌纹识别有很大帮助。作为一种已经确立的方法,手掌几何学验证不仅性能好,而且使用比较方便。它适用的场合是用户人数比较多,或者用户虽然不经常使用,但使用时很容易接受。如果需要,这种技术的准确性可以非常高,同时可以灵活地调整性能以适应相当广泛的使用要求。但同指纹一样,每一次采集掌纹时都会在采集设备上留下用户的掌纹印痕,复制风险很大。

#### 8) 手形

手形识别是利用人手的独有的特征来进行身份识别。手形特征主要是指手的三维几何特征,这些特征包括手部的外部轮廓、内部的线条、手的几何特性、手指的长度和大小,以及手背的血管脉络模式。手形图像采集容易,对健康没有影响。

#### 9) 手上静脉识别

由于在人体内部,静脉纹路包含大量的特征信息,也可以作为验证的对象。但是常用的传感器不能获取对应的图像,从而限制了静脉纹路验证技术的发展。随着固态图像传感器技术的发展,静脉纹路作为被验证对象逐渐得到重视。

## 2. 基于行为特征的生物识别技术

### 1) 语音识别<sup>[32]</sup>

语音识别主要包括两个方面:语言和声音。声音识别是对基于生理学和行为特征的说话者嗓音和语言学模式的运用,它与语言识别的不同在于不对说出的词语本身进行辨识,而是通过分析语音的唯一特性(如发音的频率)来识别出说话的人。声音辨识技术使得人们可以通过说话的嗓音来控制能否出入限制性的区域。举例来说,通过电话拨入银行、数据库服

务、购物或语音邮件以及进入保密的装置。语言识别则要对说话的内容进行识别,主要可用于信息输入、数据库检索、远程控制等方面。现在身份识别方面更多的是采用声音识别。

声音识别也是一种非接触的识别技术,用户可以很自然地接受,使用方便。但由于非人性化的风险、远程控制和低准确度,它并不可靠;并且声音的变化范围大(如音量、速度和音质等方面)直接会影响采集与比对的精确度,一个患上感冒的人有可能被错误地拒认从而无法使用该声音识别系统。同时随着数字化技术的发展,音频数字处理技术很可能欺骗声音识别系统,其安全性受到了挑战。

#### 2) 签名识别<sup>[32]</sup>

签名识别,也被称为签名力学辨识,它是建立在签名时的力度上的。它分析的是笔移动的特征,例如加速度、压力、方向以及笔画的长度,而非签名的图像本身。签名识别和声音识别一样,是一种行为测定学。签名力学的关键在于区分出不同的签名部分,有些是习惯性的,而另一些在每次签名时都不同。

签名作为身份认证的手段已应用几百年,从国家独立宣言到信用卡都可见到其应用,是一种很容易被大众接受而且是一种公认的较为成熟的身份识别技术。然而,签名辨识的问题仍然存在于获取辨识过程中使用的度量方式以及签名的重复性。签名系统已被控制在某种方式上去接受变量。但是,如果不降低接受率,它就无法持续地衡量签名的力度。

#### 3) 步态识别<sup>[33]</sup>

步态是指人们行走时的方式,这是一种复杂的行为特征,尽管步态不是每个人都不相同的,但是它也提供了充足的信息来识别人的身份。步态识别的输入是一段行走的视频图像序列,因此其数据采集与脸像识别类似,具有非侵犯性和可接受性。但是,由于序列图像的数据量较大,因此步态识别的计算复杂性比较高,处理起来也比较困难。人类自身很善于进行步态识别,每个人都能在一定距离之外根据人的步态辨别出熟悉的人。尽管生物力学中对于步态进行了大量的研究工作,但基于步态的身份鉴别的研究工作却是刚刚开始。步态识别主要提取的特征是人体每个关节的运动。到目前为止,还没有商业化的基于步态的身份鉴别系统。

#### 4) 击键分析<sup>[33]</sup>

这是一种基于人击键时的特性(如击键的持续时间、击不同键之间的时间、出错的频率以及力度大小等)分析来进行身份识别的。

## 1.2.2 生物识别系统的性能评估

本节以指纹识别系统为例来说明生物特征识别系统的性能评估方法。

### 1. 验证与辨识<sup>[34]</sup>

应用系统利用指纹识别技术可以分为两类,即验证(Verification)和辨识(Identification)。验证就是通过把一个现场采集到的指纹与一个已经登记的指纹进行一对一的比对(One-to-One Matching),来确认身份的过程。作为验证的前提条件,他或她的指纹必须在指纹库中已经注册。指纹以一定的压缩格式存储,并与其姓名或其标识联系起来。随后在比对现场,先验证其标识,然后利用系统的指纹与现场采集的指纹比对应来证明其标识是否合法。验证其实是回答了这样一个问题:“他是他自称的这个人吗?”这是应用系统中使用得较多的方法,参见图 1.3。



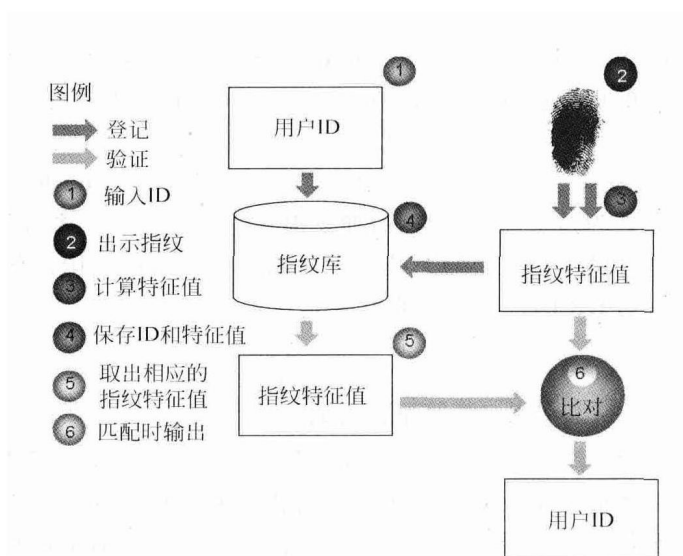


图 1.3 系统验证框图

辨识是把现场采集到的指纹同指纹数据库中的指纹逐一对比,从中找出与现场指纹相匹配的指纹。这也叫“一对多匹配(One-to-Many Matching)”。辨识流程如图 1.4 所示。

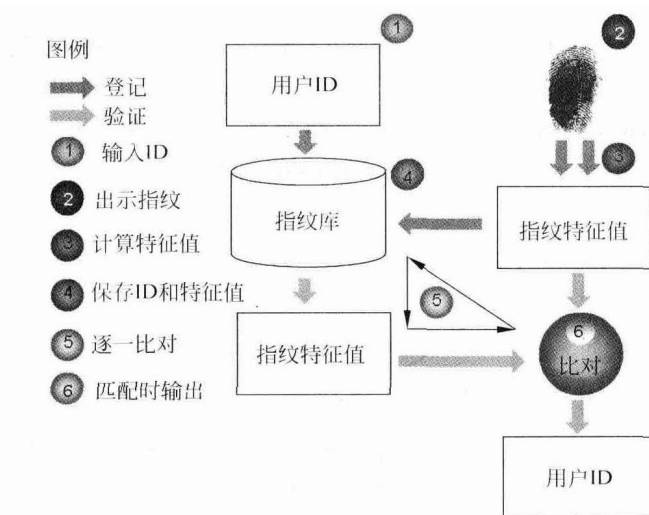


图 1.4 辨识流程框图

验证和辨识在比对算法和系统设计上各具技术特点。例如验证系统一般只考虑对完整的指纹进行比对,而辨识系统要考虑残纹的比对;验证系统对比对算法的速度要求不如辨识系统高,但更强调易用性;另外在辨识系统中,一般要使用分类技术来加快查询速度。

## 2. 拒真率与认假率

AFIS 的性能指标在很大程度上取决于系统所采用的算法性能。由于计算机处理指纹时,只是涉及了指纹的一些有限的信息,而且比对算法并不是精确匹配,其结果也不能保证 100%准确。为了便于采用量化的方法表示其性能,人们引入了生物识别领域常用的“拒识