

掌纹识别技术



邬向前 张大鹏 王宽全 著

Palmprint
Recognition



科学出版社
www.sciencep.com

掌纹识别技术

Palmprint Recognition

郭向前 张大鹏 王宽全 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

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、不安全、不可靠等诸多缺点,而生物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识别技术,掌纹识别是具有精度高、速度快、价格底、容易被用户接受等优点,因而具有非常广阔的应用前景。

作为国内第一部关于掌纹识别技术的学术专著,本书较为详细地总结了近几年来作者的部分研究成果。全书共9章,主要包括如下内容:生物识别技术的基本知识,掌纹识别的研究与发展,掌纹图像的获取、数据库和预处理技术,掌纹图像各种特征(包括小波能量、模糊方向能量、掌纹线结构、Fisherpalms 和相位方向特征等)的提取和匹配以及掌纹的分类等。

本书既可作为计算机科学与技术、电子工程、系统科学、信息技术等相关专业高年级本科生、研究生和研究人员的科研用书,也可作为相关课程的补充教材。同时,本书还可以作为安全系统、生物识别系统、移民管理系统、刑侦系统、图像处理和模式识别系统等研究开发人员和工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

掌纹识别技术/邹向前,张大鹏,王宽全著. —北京:科学出版社,2006
ISBN 7-03-018142-5

I. 掌… II. ①邹…②张…③王… III. 掌纹-识别 IV. TP391.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 121660 号

责任编辑:崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年10月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006年10月第一次印刷 印张: 9

印数: 1—3 000 字数: 146 000

定 价: 28.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<新欣>)

前 言

信息社会对系统和信息安全性的要求日益增加,需要对人的身份进行识别的应用场合越来越多,传统的身份识别方法由于其自身所固有的弱点,已不能满足社会发展的要求。生物识别技术是利用人体所固有的生物特征来进行自动身份识别的技术。人体生物特征具备“人人拥有、人各不同、长期不变”的特点,并且不会被遗忘或丢失,也难以伪造或模仿,因而可以有效地克服传统身份识别方法的缺点。当前,国内外已对手形、指纹、脸形、虹膜、耳廓、签字、声音、步态、击键等生物识别技术进行了较深入的研究。20世纪90年代末期,香港理工大学与清华大学率先开创了掌纹识别技术研究领域。掌纹识别具有精度高、速度快、价格低、用户接受度高等优点,因此自从该领域开创以来,就得到了学术界的充分重视,国内外很多的高校和科研机构纷纷加入到该研究领域中,并取得了一系列成果。2004年,香港理工大学的张大鹏教授编写的世界第一部掌纹识别专著《Palmpoint Authentication》即是对这些成果的全面总结。

本书作为国内第一部关于掌纹识别技术的专著,系统地分析了掌纹识别技术的各个方面,包括掌纹获取、掌纹数据库、预处理、特征提取与匹配以及掌纹分类等内容。通过本书,读者可以充分了解掌纹识别这种新兴生物识别技术的基本原理和相关算法等,有助于进一步的研究和开发。

本书首先介绍掌纹识别的相关内容(第1、2章);接着论述掌纹图像的获取、掌纹数据库和预处理技术(第3章);然后分析各种掌纹特征的提取及匹配技术(第4~8章);最后阐述掌纹分类的问题(第9章)。本书各章之间相对独立,读者可以根据自己的需要选读某些章节。同时,本书还给出大量的参考文献,读者可以根据这些文献进一步查阅相关内容。

本书要求读者具有数字图像处理、模式识别和生物识别等相关知识。本书既可以作为计算机科学与技术、电子工程、系统科学、信息技术等相关专业高年级本科生、研究生和研究人员的科研用书,也可以作为相关课程的补充教材。同时,本书还可以作为安全系统、生物识别系统、移民管理系统、刑侦系统、图像处理和模式识别系统等研究开发人员和工程技术人员的参考书。

本书的工作得到国家自然科学基金项目(编号:60441005)、黑龙江省教育科学“十一五”规划重点课题(编号:HZG160)以及哈尔滨工业大学优秀青年教师培养计划的资助,并得到了哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院和香港理工大学电子计算学系的大力支持。同时,作为张大鹏教授指导下的国际知名的掌纹识别研究

团队的成员束为、李文新、Adams Kong、Michael Wong 和卢光明等人先后在掌纹识别研究领域进行的卓有成效的工作,奠定了本书工作的重要基础,他们曾对本书的工作提出过大量有益的建议,并进行过深入的探讨,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中的不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

邬向前

2005 年 2 月于哈尔滨

目 录

前 言

Preface

第 1 章 引 论

Introduction	1
1.1 概 述	
Overview	1
1.2 生物识别技术	
Biometric Authentication	4
1.2.1 人体生物特征及其分类	
Biometric Features and Their Classification	4
1.2.2 生物识别系统的结构	
Structure of Biometric System	7
1.2.3 生物识别系统的操作模式	
Work Models of Biometric System	8
1.2.4 生物识别系统的性能评估	
Evaluation of Biometric System	9
1.2.5 生物识别技术的应用	
Applications of Biometrics	11
1.3 基于人手特征的识别技术	
Hand based Personal Authentication	12
1.3.1 指纹识别	
Fingerprint Recognition	12
1.3.2 手形识别	
Hand Shape Recognition	13
1.3.3 手掌静脉血管识别	
Hand Vein Recognition	14
1.4 本书的构成	
Book Perspective	15

第 2 章 掌纹识别技术概述

Overview of Palmprint Recognition	17
--	-----------

2.1	掌纹研究的历史	
	History of Palmprint	17
2.2	掌纹的形成	
	Formation of Palmprint	18
2.3	掌纹的特征	
	Features of Palmprint	19
2.4	掌纹识别的优势	
	Advantages of Palmprint Recognition	20
2.5	掌纹识别的过程	
	Process of Palmprint Recognition	21
2.6	掌纹识别研究的发展及现状	
	State of the Art in Palmprint Recognition	22
2.6.1	算法的研究现状	
	Algorithms	23
2.6.2	系统的研究现状	
	Systems	25
2.7	本章小结	
	Summary	27

第3章 掌纹图像的获取、数据库及预处理技术

Palmprint Capture, Database and Preprocessing 29

3.1	掌纹图像的获取技术及其发展	
	Development of Palmprint Capture	29
3.2	基于 CCD 的掌纹获取	
	CCD based Palmprint Device	32
3.3	本书所用的掌纹库	
	Database Construction	34
3.4	掌纹图像的预处理	
	Palmprint Preprocessing	35
3.5	本章小结	
	Summary	38

第4章 基于多分辨率分析的掌纹识别技术

Multi-resolution Analysis based Palmprint Recognition ... 39

4.1	小波变换	
	Wavelet Transform	39
4.2	小波能量特征的构造	

Wavelet Energy Feature (WEF) Construction	42
4.3 小波能量特征的匹配	
WEF Matching	44
4.4 实验结果与分析	
Experimental Results and Analysis	45
4.4.1 参数选择	
Parameters Selection	45
4.4.2 旋转及平移测试	
Rotation and Translation Tests	48
4.4.3 掌纹匹配	
Palmprint Matching	50
4.4.4 掌纹识别	
Recognition Tests	51
4.5 本章小结	
Summary	52

第5章 基于模糊方向能量的掌纹识别技术

Fuzzy Directional Element Energy Feature (FDEEF) based Palmprint Recognition	53
5.1 汉字的方向元素特征简介	
Directional Element Features of Chinese Character	53
5.1.1 汉字轮廓的提取	
Chinese Character Contour Extraction	53
5.1.2 汉字方向元素的定义	
Definition of Directional Elements	54
5.1.3 特征矢量的构造	
Feature Construction	54
5.2 模糊方向元素能量特征的构造	
Fuzzy Directional Element Energy Feature	54
5.2.1 掌纹线轮廓的提取	
Palm-line Contour Extraction	55
5.2.2 掌纹线的方向元素及其模糊能量	
Palm-line Directional Elements and Their Fuzzy Energy ...	56
5.2.3 特征的构造	
Feature Construction	57
5.2.4 模糊块和模糊划分	
Fuzzy Block and Fuzzy Division	58

5.3	特征匹配	
	Feature Matching	63
5.4	实验结果及分析	
	Experimental Results and Analysis	63
5.4.1	旋转和平移测试	
	Rotation and Translation Tests	64
5.4.2	识别测试	
	Recognition Tests	65
5.4.3	存储量和速度分析	
	Storage Requirements and Speed	66
5.5	本章小结	
	Summary	67

第 6 章 基于掌纹线结构的掌纹识别技术

	Palm-line Structure based Palmprint Recognition	69
6.1	掌纹线的提取与表示	
	Palm-line Extraction and Representation	70
6.2	掌纹线的匹配	
	Palm-line Matching	73
6.3	实验结果及分析	
	Experimental Results and Analysis	74
6.3.1	掌纹匹配	
	Palmprint Matching	76
6.3.2	识别测试	
	Recognition Tests	76
6.3.3	脏手测试	
	Dirty Palm Tests	77
6.3.4	存储量和速度分析	
	Storage Requirements and Speed	79
6.4	本章小结	
	Summary	79

第 7 章 基于 Fisherpalms 的掌纹识别技术

	Fisherpalms based Palmprint Recognition	81
7.1	Fisherpalms 的提取	
	Fisherpalms Extraction	82
7.2	识别过程	

Process of Recognition	84
7.3 实验结果及分析	
Experimental Results and Analysis	85
7.3.1 掌纹匹配	
Palmprint Matching	86
7.3.2 掌纹识别	
Recognition Tests	90
7.4 本章小结	
Summary	91

第 8 章 基于图像相位及方向特征的掌纹识别技术

Phase and Orientation based Palmprint Recognition	93
8.1 Gabor 滤波器	
Gabor Filters	94
8.2 相位方向特征码的提取	
Palmprint Phase and Orientation Code (PPOC) Extraction	95
8.3 相位方向特征码的匹配	
PPOC Matching	97
8.4 实验结果与分析	
Experimental Results and Analysis	100
8.4.1 掌纹匹配	
Palmprint Matching	100
8.4.2 掌纹识别	
Recognition Tests	100
8.4.3 存储量及速度分析	
Storage Requirements and Speed	102
8.5 本章小结	
Summary	103

第 9 章 基于主线特征的掌纹分类技术

Principal Palm-lines based Palmprint Classification	105
9.1 相关的定义	
Definitions	106
9.2 关键点的检测	
Key Points Detection	108
9.3 主线的提取	
Principal Palm-line Extraction	110

9.3.1	主线起始部分的提取	
	Extracting the Beginning Parts of Principal Lines	110
9.3.2	感情线的提取	
	Heart Line Extraction	111
9.3.3	智慧线和生命线的提取	
	Head Line and Life Line Extraction	112
9.4	掌纹分类准则	
	Palmprint Classification Rules	114
9.5	实验结果及分析	
	Experimental Results and Analysis	115
9.6	本章小结	
	Summary	116
参考文献		
References		119
索 引		
Index		129

第 1 章 引 论

1.1 概 述

信息技术的飞速发展推动了社会的进步,随之现代社会对信息技术又提出了更新、更高的要求。计算机使整个社会信息化和网络化,而信息化和网络化的社会又对各种信息和系统的安全性提出了更高的要求。身份认证是人们加强信息和系统安全性的基本方法之一。

传统的身份认证有两种方式^[1]。一种是通过用户对所拥有的各种物品(称为标识物(token)如钥匙、证件等)来进行认证(称为基于标识物的身份认证)。比如,用户进门时,其开锁过程就是门锁对钥匙进行认证的过程;走进图书馆时,管理员检查图书证,就是对图书证进行认证;入住宾馆时,前台工作人员要对身份证进行认证等。另一种是对用户所拥有的某种知识(如密码、卡号等)进行认证(称为基于知识的身份认证)。比如,当用户要进入计算机系统时,必须输入密码,计算机对该密码进行认证,只有密码正确,才能进入系统;当使用网上银行时,用户必须提供账号和密码,银行的计算机系统对账号和密码进行认证,只有通过认证,才能进行下一步的交易。有的系统为了加强安全性,将这两种认证方式结合起来,即同时对标识物和知识进行认证,如银行的 ATM 机系统要求用户同时提供银行卡和相应的密码,缺一不可。显然,这些传统的身份认证方法具有不方便、不安全、不可靠等缺陷。对于基于标识物的身份识别系统,证件、钥匙等标识物携带不方便,容易丢失和伪造,从而使得整个系统安全性下降;同时由于证件等标识物随着使用次数的增加会造成不同程度的磨损,如一般成人的身份证有效期限为 20 年,但有些使用频繁的身份证使用 5~6 年后,上面的照片就变得极为不清晰,这必将影响身份识别的准确性,而更换标识物的代价是相当昂贵的。对于基于知识的身份认证系统,由于密码等知识难

以记忆,很可能被遗忘,同时当前有很多的黑客技术可以蓄意窃取密码、账号等信息,从而影响了整个系统的安全性能。每一年都会因密码被盗、证件丢失或伪造等给银行、通信公司和政府等部门造成几亿美元的损失^[1]。传统身份识别系统具有这些缺陷的原因在于这些系统均是对钥匙、卡、密码等“身外之物”进行认证,而不是对人的本身进行认证,所以不能区分经过授权的本人和通过欺诈得到授权标识或知识的冒充者。要克服这些缺陷,我们必须寻求一种能对人本身进行认证的身份识别技术。

利用人体本身所拥有的生物特征(包括生理特征如指纹和行为特征如联机签名)来进行自动身份识别的技术称为人体生物特征识别技术(biometrics),简称为生物识别技术^[1~7]。人的生物特征具有终身不变的特点,并且不会被盗、丢失或遗忘,也很难伪造或模仿,所以在加强系统和信息安全方面,生物识别技术能有效地克服传统身份识别方法的缺陷。另外,生物识别技术除了能实现身份验证(判断是否是某人)之外,还能实现身份的辨识,即从多个人中辨认出某人。这个特点使得生物识别技术的应用范围得到了极大的扩展,使之能应用于传统身份识别方法所不能应用的场合,如恐怖分子/罪犯的抓捕和认定、死者身份辨认、亲子鉴定等。比尔·盖茨曾做过这样的断言:“生物识别技术将成为今后几年 IT 产业的重要革新”。

近几年来,特别是“911”事件以来,境内外违法犯罪人员,尤其是恐怖分子活动极为猖獗,在全球范围内发动了一系列恐怖暴力活动,对世界各国人民的生命财产安全造成极大的危害,是国家安全的极大威胁。中国在这些恐怖活动中也未能幸免于难。例如,境内外“东突”恐怖势力在中国新疆境内制造的一系列恐怖暴力事件已造成几百人伤亡和重大的财产损失;近年来发生的多起国际恐怖分子对境外中国公民进行袭击和绑架事件已造成多人伤亡等。因此,对恐怖分子进行及时、有效的监控和抓捕是至关重要的。2008年北京奥运会也要求采用准确可靠的身份识别技术来防止各种恐怖与破坏活动。传统的识别方法不能对恐怖分子的身份进行有效的辨识,生物识别技术才是唯一的解决之道。正因为如此,社会各界对于生物识别技术都极为关注,这大大地推动了社会对各种生物识别产品的需求。例如,一些航空公司在飞机控制室安装了虹膜识别设备,以阻止未授权人员的进入。在2004年,所有的澳大利亚国际机场都安装了基于人脸识别的护照系统来认证机场人员,并最终会将其扩大到对所有澳大利亚护照持有人进行认证^[8]。

在过去几年里,生物识别技术的市场份额大幅度持续增长。据国际生物识别集团(International Biometric Group)统计,2005年全球生物识别技术产品的市场已超过15亿美元,预计到2010年这个数字将超过57亿美元,今后5年全

全球生物识别技术的市场增长预测如图 1.1 所示^[9]。据国内有关专家估计,在今后几年我国也将形成高达 100 亿元人民币的生物识别技术市场。在 2006 年度,全球市场上主要的生物识别技术产品包括指纹识别、声音识别、人脸识别、签名识别、中间件、手形识别、虹膜识别以及多生物特征识别等,其中指纹识别技术所占有的市场份额最大,达到 44%;手形识别技术的市场份额也达到了 9%。各种生物识别技术所占的市场份额如图 1.2 所示^[9]。

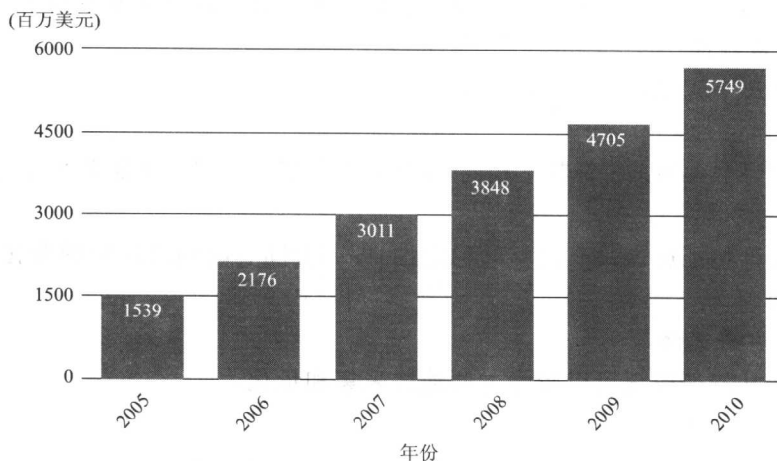


图 1.1 生物识别技术产品的全球市场增长趋势^[9]

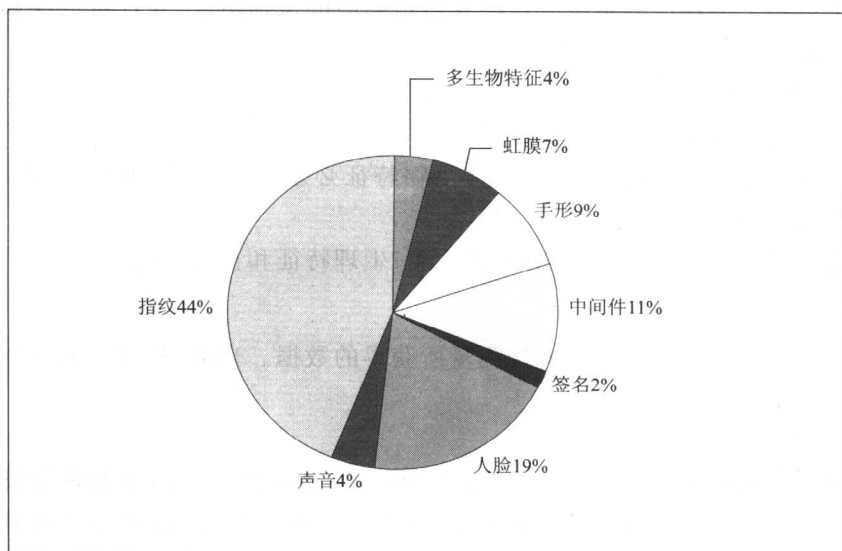


图 1.2 各种生物识别技术在 2006 年度所占的市场比例^[9]

1.2 生物识别技术

1.2.1 人体生物特征及其分类

正如 1.1 节所述,生物识别技术是利用人体的一些生物特征来进行身份识别的技术。人体有很多的生物特征,但并不是每一种生物特征都可以用于身份识别。可用于身份识别的人体生物特征必须满足以下几个基本条件^[1]:

(1) 普遍性

是指每个人都必须具有的特征。

(2) 唯一性

是指每个人的某特征都不相同,任何两个人都可以用该特征来进行区分。

(3) 永久性

是指某特征应该具有足够的稳定性,即不会随着时间或环境的变化而发生大的改变。

(4) 可采集性

是指某特征应该可以较为方便地被采集和量化。

(5) 可接受性

是指基于某特征的识别系统应该比较容易被用户接受。

(6) 性能要求

是指基于某特征的系统应该能获得足够高的识别精度,并且对资源和环境的要求都应该在一个合理的范围内。

(7) 安全性

是指某特征不容易被伪造或模仿。

概括地说,用于身份识别的人体生物特征必须具备“人人拥有、人各不同、长期不变”等特点。

总的说来,人体生物特征分为两大类:生理特征和行为特征^[1,2,10]。

1. 生理特征

是指对人体某部分进行直接测量所获得的数据。当前,常用的人体生理特征归纳如下:

(1) DNA

即脱氧核糖核酸,是人体内的遗传物质,主要存在于人体细胞核的染色体上,控制着人体生长、发育的全过程。DNA 具有个体特异性,从而可将其用于身份识别中。当前,DNA 主要应用在刑侦和司法领域。由于该种特征具有容易被盗、难以实现自动实时识别、容易泄漏人的遗传信息等缺点,因此它的应用

范围受到严重限制。

(2) 耳廓^[11~14]

人的耳廓是个体形态的组成部分,耳廓上的耳轮、耳屏、耳垂等多个部位的宽度、弧度、位置、形态、形状及其相互关系,构成了个体耳廓所固有的、相对稳定的特征,这些特征可以有效地被用来进行身份识别。

(3) 体味

即人体气味,指人体不间断地向环境散发出的能使鼻子和大脑皮层产生某种嗅觉的挥发性物质。体味是人体固有的、相对稳定的内源性气味。每个人体味的化学成分各不相同,因而可用来进行身份识别。

(4) 人脸^[15~19]

在人脸识别中,用得最多的人脸特征有两类:第一类是面部基本构件(如眼、眉、鼻、嘴等)的位置、形状和它们的空间拓扑关系;第二类是将每个人脸用一系列标准人脸的加权和来表示,从而获得人脸的全局特征。

(5) 热辐射^[20]

人体散发出来的热辐射能反映一个人的特征信息,并且可以很方便地用红外相机采集到,因而可以用来进行身份识别。

(6) 虹膜^[21~24]

虹膜上丰富而稳定的纹理特征具有很强的区分能力,从而使之成为最可靠的人体生物特征之一。

(7) 视网膜

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。

(8) 指纹^[25~33]

用指纹来进行身份识别已经有好几百年的历史了。研究表明,人的指纹是终身不变的。在指纹识别中最常用的特征是乳突纹的细节点,用这些特征可以实现较高精度的识别系统。

(9) 掌纹^[34]

手掌上也布满了和指纹一样的乳突纹,同时还具有一些掌纹线特征,这些均可用来实现身份识别。

(10) 手形^[35~38]

手形特征主要是指手的三维几何特征,如手掌的宽度和厚度、各个手指的长度和宽度等。

(11) 手上的静脉血管^[39]

主要用静脉血管的结构信息来实现身份识别。

2. 行为特征

是对个人习惯性动作的度量,是对人体特征的间接性测量。常用的人体行为特征归纳如下:

(1) 手写签名^[40~45]

每个人手写签名时都有自己特有的方式,因而可以用签名来识别身份。

(2) 击键打字

每个人击键打字都有自己的习惯,从而击键可以在一定程度上反映一个人的身份信息。

(3) 声纹^[46~50]

既是行为特征,也是生理特征。声音是气流作用于人的声带、嘴、鼻腔、嘴唇等部件而形成的,通过声音可以估算这些部件的位置、形状、大小等特征,从而实现身份的识别。

(4) 步态^[51~55]

是指每个人走路时特有的姿态,可实现远距离身份识别。

图 1.3 给出了一些人体生物特征的例子^[2]。

现有的基于不同生物特征的识别系统,其精确度或用户接受程度还不够

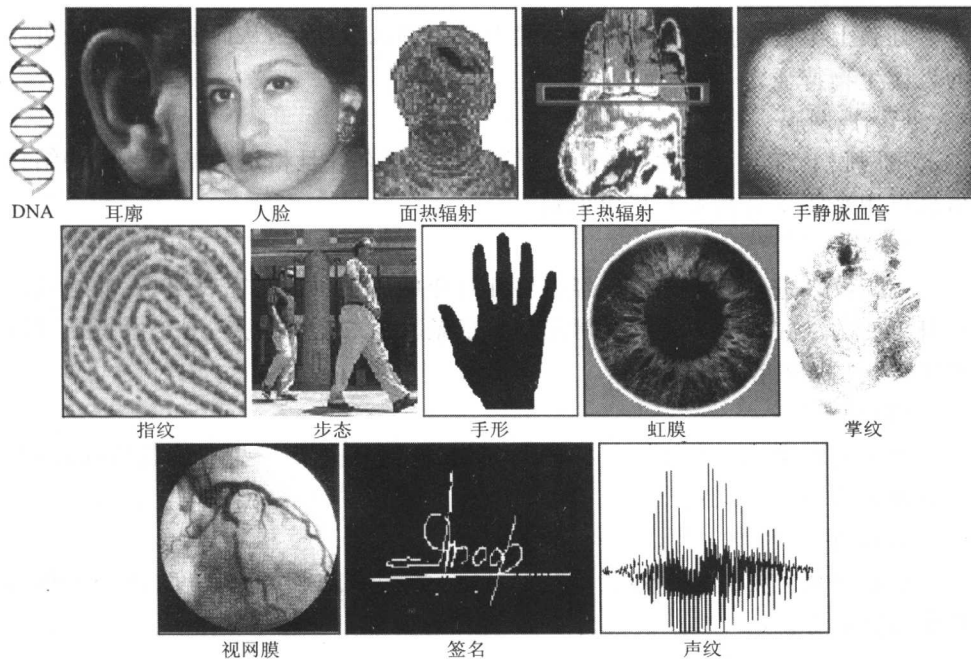


图 1.3 人体生物特征的例子^[2]