



生物特征识别技术 理论与应用



田捷 杨鑫 编著

TP391.4
T621

技术学术著作出版基金资助出版

生物特征识别技术 理论与应用

田捷 杨鑫 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以指纹识别技术为主,系统地介绍了生物特征识别技术理论和应用,主要包括:指纹图像的增强、指纹的特征提取、指纹图像的分类与检索及压缩技术、指纹图像匹配算法、指纹特征对识别性能的影响、指纹识别算法在嵌入式系统中的实现与应用、人脸检测算法、人脸识别方法、其他生物特征识别技术、生物特征识别系统的设计与评测方法、生物特征识别技术的典型应用实例等。

本书内容系统、全面、新颖,理论与典型应用实例相结合。本书的既定读者对象为从事生物特征识别、图像处理、计算机应用、模式识别等领域研究的专业人员和应用开发人员,也可作为高等学校相关专业教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

生物特征识别技术理论与应用/田捷,杨鑫编著. —北京:电子工业出版社,2005.9

ISBN 7-121-01715-6

I. 生… II. ①田…②杨… III. 自动识—研究 IV. TP391.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 106315 号

策划编辑:童占梅

责任编辑:王羽佳

印 刷:北京市李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:22 字数:570 千字

印 次:2005 年 9 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:39.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zhts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。



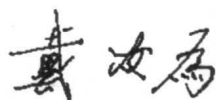
序言 1

生物特征识别技术,是随着计算机科学技术的不断发展,特别是计算机图像处理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了进行身份验证而采用自动化技术测量身体的特征或是个人行为的特点,并将这些特征或特点与一个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,利用多学科最新的研究成果,充实和发展身份认证研究,使其能够应用于多种、多级安全的多个领域,具有十分重要的研究意义。

生物特征识别是一种年轻却又古老的技术,自古代中国的“摁手印”,到20世纪60年代至70年代自动指纹识别设备在美国大范围的使用,以及80年代虹膜系统的出现,至今已开展了包括指纹、掌形、视网膜、虹膜、人脸、DNA、签名、语音、步态等多种生物特征识别技术的研究和应用。国际上对生物特征识别的研究已成为热点问题,并取得了大量的优秀成果。国内的生物特征识别研究与国外相比,虽起步较晚,但在指纹识别等方面已取得了丰硕的成果。

本书作者最初由指纹识别开始,从事生物特征识别方面的研究已有十多年的时间,在国内外生物特征识别领域已有一定的影响。截止到本书完成之日,他领导的生物特征识别研究小组已在国内外重要学术期刊和会议上发表了几十篇学术论文,并完成多项专利的申请,取得了突出的成绩。该小组研究开发的自动指纹识别算法在由国际模式识别协会组织的国际指纹识别竞赛 FVC2004 的 Open 项目中,各项指标已处于国际第三、国内第一的水平,这在一定程度上表明其研究成果已达到国际先进水平。

《生物特征识别技术理论与应用》一书,以总结前人的研究结果和作者所做的工作为基础,参考了国内外新近文献和技术资料编写而成,系统地阐述了以自动指纹识别为代表的生物特征识别技术理论,并结合实际给出了几个典型应用。本书内容新颖、详实,论述清楚,可作为高等院校模式识别等专业的教材,也可供专门从事生物特征识别技术的科研人员和应用开发人员学习、参考。



中国科学院院士
2004年3月



序言 2

由信息技术推动的新产业革命正在兴起,它给人类社会、人们的生活和工作方式带来了革命性的深刻影响,这是以往任何一次产业革命所无法比拟的。实践表明,人们在网络社会生存和生活都离不开身份识别与认证,而生物特征识别技术是一种有发展前景的重要身份认证手段。著名杂志“MIT Technology Review”已把生物特征识别列为对人类经济、生活和工作产生深远影响的十大技术之一,自 20 世纪 90 年代以来,它已成为国内外的前沿热门研究方向,学术界对指纹、脸像、虹膜等近 20 种生物特征进行了广泛研究。所以在当前形势下,研究和发​​展生物特征识别技术具有十分重要的现实意义和战略意义。

《生物特征识别技术理论与应用》是一本专门介绍生物特征识别技术的专著。作者在生物特征识别方面做了大量的研究工作,本书的内容涵盖了多种生物特征识别技术,并重点介绍了自动指纹识别技术中的图像增强、特征提取、分类与压缩、匹配,以及传感器、性能评测等技术。其中既有基本理论,又有典型应用实例,是理论与应用相结合的产物。本书的每一个章节,都凝聚着该领域研究人员丰富的研究成果,同时也反映了目前该领域的研究水平,是一部难得的佳作。

作者工作踏实、勤奋,多年从事生物特征识别研究开发工作,积累了丰富的经验,并在生物特征识别领域取得了卓有成效的研究成果,发表了大量有价值的论文。作者领导的研究小组开发的指纹识别算法,在国际模式识别协会举办的指纹识别算法竞赛 FVC2004 的 Open 项目中的结果表明,他们的研究成果已处于国内领先、国际先进的水平。我很高兴地向从事生物特征识别研究与应用的科技人员推荐此书,相信本书的出版会受到广大生物特征识别工作者的欢迎。



中国工程院院士
2004 年 3 月

前 言

人类指纹印迹的历史,最早可追溯到约 7000 多年前的半坡文化时期,那时的黏土陶器上就留有陶艺匠人刻意留下的指纹标记,以说明其制造者的身份。最早广泛采用指纹作为身份鉴别工具的是古代中国人。中国古代的官方文件、契约上普遍使用指纹作为印章,国内现存最早的带指纹印章的文件来自 2300 年前。在 4000 年前的埃及金字塔建造时期及古巴比伦都有用指纹作为身份证明的记载,尽管当时的人们尚不能认识到指纹独特、惟一的特性。

1684 年,英国皇家学会医学院的会员 Nehemiah Grew 博士发表了关于皮肤结构的论文,这是欧洲最早涉及指纹的观察资料。Nehemiah Grew 发现皮肤上存在无数小脊线,并采用球状三角和椭圆的表示加以区别。1686 年,意大利 Bologna 大学的解剖学教授 Marcello Malpighi (1628—1694)是第一个发现手指存在脊线、螺旋和环等纹理的人。1823 年,德国 Breslau 大学解剖学教授 Jan Evangelista Purkinje 曾在他的医学博士论文中论述指纹脊线的 9 种基本可识别的模式,这项成果成为人工指纹分类系统的基础。虽然 Purkinje 记录了各种指纹模式的微妙区别,但他并没有将其作为一种识别手段用于指纹分类的应用中。

英国最早开始应用指纹作为身份证明是在 1858 年 7 月,William Herschel 爵士在就任印度 Bengal 的英国执行官期间,首次应用指印作为密封协议的标记。Herschel 认识到手上的指纹和掌纹因人而异,在发放 Bengal 士兵的退休津贴时,他采用匹配指纹的方法防止冒领者。Herschel 证实了人类从 6 个月的胎儿到死亡,指纹脊线信息都不会改变。

1880 年,苏格兰医师 Henry Faulds(1843—1930)博士在日本东京 Tsukiji 医院工作期间,在发现史前陶器上遗留的指印后,开始从事皮肤皱纹(Skin Furrows)的研究。作为一名博学而勤勉的人,Faulds 博士不但意识到指纹作为身份鉴别工具的重要性,而且设计了一种指纹分类方法。同年,他将采集的墨迹指纹分类资料转给进化论创始人 Charles Darwin 爵士,并向其阐述他的指纹分类系统。当时,年迈体弱的 Darwin 认为这些指纹资料对他自己的工作没有什么帮助,但承诺将资料转给他的表弟 Francis Galton。1880 年后,Faulds 博士在英国科学杂志“Nature”上发表论文,讨论了指纹可以作为身份鉴别的工具,并提出可采用一种墨迹按压的方法获得指纹。Faulds 博士被认为是第一个利用酒瓶上的油污指纹进行指纹识别的人,他倡导保留重要罪犯的指纹记录,并利用犯罪现场的指纹进行罪犯的辨认。

1882 年,在 New Mexico,地质勘探家 Gilbert Thompson 将自己的指纹印在文件上防止伪造。这是目前记载的美国最早的指纹应用记录。

1892 年,英国科学家 Francis Galton(1822—1911)爵士出版的论著“Fingerprints”深入阐述了他从 19 世纪 80 年代以来对指纹识别的研究成果。他建立了指纹惟一性和不变性的理论基础,通过计算得出两个来自不同手指的指纹相似的概率是 640 亿分之一。Francis Galton 尝试设计了大容量指纹库的分类系统 A. L. W(Arch-Loop-Whorl)系统,它能够加速指纹的搜索时间。此外,他提出采用 Galton 点(细节点)识别指纹,这种基于细节点的方法一直沿用至今。1895 年,Francis Galton 出版了他的第二本书“Fingerprint Directories”。

1892年,阿根廷 La Plata 警署的 Juan Vucetich(1858—1925)博士进一步研究了手指的分类方法,他设计的指纹分类系统 Incofalagometrico 于 1891 年应用于 La Plata 警署。官方认为,他是世界上第一个发明指纹识别系统的人。1892年3月, Juan Vucetich 在 Buenos Aires 的 San Nicolas 建立了世界第一个指纹认证机构,1892年7月,这个机构首次根据犯罪现场的指纹确认 Rojas 谋杀案的疑犯有罪(Juan Vucetich 利用留在门柱上的指纹血印判定名叫 Rojas 的妇女谋杀了自己的两个儿子,之后自刎身亡企图嫁祸他人)。

1901年,伦敦警察厅正式采用“Henry 系统”作为识别系统,并成为全英国和其殖民地的指纹认证中心,这个指纹分类系统被陆续用于美国和欧洲等其他国家。之后,世界大部分的识别机构都采用了 Vucetich 或 Henry 的分类系统。

1924 年美国成立 FBI 身份识别机构,整理国家安全局的指纹文件。直到 1946 年, FBI 已拥有需要人工维护的 10 亿张指纹卡片,如此海量的数据仅靠专家人工判读已难以满足实用化的认证需求。随着同年诞生的计算机而发展起来的自动指纹识别系统(AFIS)为指纹识别这一历史悠久的方法开辟了更为广泛的研究与应用前景。

身份识别与认证是每个人都回避不了的基本问题,尤其是在 21 世纪的数字化时代,人们常常是满口袋的卡、满脑袋的密码。传统的身份识别与认证方法是基于身份标识物品(如证件、磁卡等)和身份标识知识(如用户名和密码等)的。这些传统方法最致命的缺点是:标识物品容易丢失或伪造,标识知识容易记错或遗忘。而基于生物特征(Biometrics)识别与认证的技术是依据人类自身所固有的生理(如指纹、人脸、虹膜等)或行为(如笔迹、步态等)特征,使用计算机或嵌入式系统进行自动识别与认证。

美国 9·11 恐怖袭击事件后出现的国际新形势,使生物特征识别与认证技术的研究与应用得到更大需求的推动。本书的编写也是希望以指纹识别技术为主线,为读者提供生物特征识别与认证的基础知识、理论方法与技术途径,推动国内生物特征识别技术的研究与应用。

本书以指纹识别技术为主线,系统地介绍了生物特征识别技术的理论和应用。其主要内容包括:指纹图像的增强、指纹的特征提取、指纹图像的分类与检索及压缩技术、指纹图像匹配算法、指纹特征对识别性能的影响、指纹识别算法在嵌入式系统中的实现与应用、人脸检测算法、人脸识别方法、其他生物特征识别技术、生物特征识别系统的设计与评测方法、生物特征识别技术的典型应用实例等。

本书的主要内容是基于作者带领的团队在国家自然科学基金委(60225008, 60332010, 60303022)和北京市自然科学基金委(4052026)的资助下自 1996 年以来的研究与应用工作积累,在此感谢陈新建、陈宏、罗西平、何余良和漆远为团队作出的突出贡献。参与本书的编写以及相关工作并作出贡献的还有:王星明、邓翔、刘旭、任群、苏琪、李亮、李恒华、何晓光、张阳阳、张逊、张堂辉、张瑶瑶、武岩、段少雄、胡瑾、夏勇、谢卫华、程建刚、霍志(按姓氏笔画排名)。另外,伍化为本书设计了精致的封面初稿,电子工业出版社的童占梅老师为本书的编辑出版倾注了大量的心血,在此衷心感谢他们的支持和帮助。

最后,特别感谢戴汝为院士和何德全院士从推动生物特征识别技术发展的大局出发,百忙之中为本书作序!电子工业出版社和国家科学技术学术著作出版基金对本书的出版给予了大力支持,这也使得我们多年的心愿得以实现,在此也表示深深的感谢!

作 者

于北京中关村中国科学院自动化研究所



目 录

第 1 章 生物特征识别基础知识	1
1.1 引言	2
1.2 生物特征识别技术简介	2
1.2.1 指纹识别	3
1.2.2 人脸识别	4
1.2.3 虹膜识别	6
1.2.4 视网膜识别	6
1.2.5 掌形识别	7
1.2.6 语音识别	8
1.2.7 签名识别	9
1.2.8 多模态识别	10
1.3 技术发展潜力和市场调查	11
1.4 生物特征识别技术横向比较	13
1.5 本书主要内容	14
本章参考文献	16
第 2 章 传感器技术与嵌入式平台	17
2.1 引言	18
2.2 指纹图像的获取	18
2.2.1 光学指纹图像传感器	18
2.2.2 CMOS 压感传感器	19
2.2.3 热敏传感器	20
2.2.4 超声波传感器	21
2.2.5 不同类型传感器的比较	22
2.3 嵌入式指纹识别系统简介	22
2.3.1 嵌入式指纹识别系统的特点	22
2.3.2 嵌入式指纹识别模块的微处理器	23
2.3.3 嵌入式指纹识别系统的开发平台	24
2.4 基于 DSP 的嵌入式指纹识别模块	24
2.4.1 系统架构及硬件实现	24
2.4.2 算法在 DSP 上的应用	26
2.4.3 系统性能优化	30
2.4.4 系统稳定性设计	31
2.5 基于 ARM 的嵌入式指纹识别系统设计	32
2.5.1 系统的架构	32
2.5.2 系统的硬件设计	33

2.5.3 系统的软件设计及优化	34
2.6 指纹识别技术在手机上的应用	35
2.6.1 概述	35
2.6.2 系统简介	35
2.7 小结	36
本章参考文献	37
第3章 指纹图像的增强	39
3.1 引言	40
3.1.1 基于FFT滤波的指纹图像预处理	40
3.1.2 归一化	41
3.2 方向场的计算	42
3.2.1 掩膜法	42
3.2.2 公式法	43
3.3 图像的增强	47
3.3.1 Gabor滤波增强	47
3.3.2 基于傅里叶滤波的低质量指纹增强算法	49
3.3.3 基于知识的指纹图像增强算法	54
3.3.4 非线性扩散模型及其滤波方法	58
3.3.5 多尺度滤波	65
3.4 小结	70
本章参考文献	71
第4章 指纹特征的提取	75
4.1 引言	76
4.2 指纹的整体特征描述	76
4.2.1 指纹的类型特征	76
4.2.2 指纹的频谱特征	78
4.3 指纹的局部特征描述	84
4.3.1 指纹的细节点特征	84
4.3.2 高分辨率的指纹特征——汗孔	96
4.3.3 指纹的纹理特征	97
4.4 结构化的指纹特征描述方法	97
4.5 融合细节点特征和脊线采样的指纹特征表示	98
4.6 小结	100
本章参考文献	102
第5章 指纹图像的分类与压缩	107
5.1 引言	108
5.2 指纹分类技术	108
5.2.1 基于规则的方法	111
5.2.2 基于句法的方法	113
5.2.3 结构化的方法	113
5.2.4 统计的方法	115

5.2.5 神经网络的方法	115
5.2.6 多分类器的方法	116
5.3 基于反馈环节的多分类器方法	117
5.3.1 指纹校准	117
5.3.2 特征变换	117
5.3.3 分类判别	118
5.4 指纹检索	119
5.4.1 基于指纹方向场的检索技术	119
5.4.2 基于指纹细节节点的检索技术	120
5.4.3 检索策略	121
5.5 指纹压缩简介	122
5.5.1 图像压缩的衡量标准	122
5.5.2 图像压缩技术分类	123
5.6 基于小波变换的指纹压缩算法	124
5.6.1 小波图像压缩的基本方法	124
5.6.2 小波图像压缩算法的新发展	126
5.6.3 几种主要的小波指纹图像压缩算法	127
5.7 小结	133
本章参考文献	135
第 6 章 指纹图像的匹配	141
6.1 引言	142
6.2 基于点模式的匹配算法	142
6.2.1 基于 Hough 变换的匹配算法	143
6.2.2 基于串距离的匹配算法	143
6.2.3 基于 N 近邻的匹配算法	148
6.2.4 基于点模式匹配算法的比较分析	148
6.3 图匹配及其他方法	149
6.3.1 基于遗传算法的匹配	150
6.3.2 关键点的初匹配	150
6.3.3 用遗传算法匹配关键点	151
6.4 基于纹理模式的匹配	152
6.5 混合匹配方法	152
6.6 非线性形变指纹图像的配准模式研究	154
6.6.1 指纹图像非线性形变的产生原因	154
6.6.2 弹性指纹匹配算法文献综述	155
6.6.3 检验配准模式的弹性指纹图像匹配	156
6.6.4 配准模式的定义	157
6.6.5 带反馈的指纹配准方法	157
6.6.6 配准模式的计算	159
6.6.7 真配准模式学习	159
6.6.8 配准模式检验	160

6.6.9 匹配分数的计算	160
6.6.10 实验结果分析	160
6.7 小结	161
本章参考文献	162
第7章 指纹特征对识别性能的影响	165
7.1 错误率的根源分析	166
7.2 现有方法概述	167
7.3 基于杆特征的统计模型	171
7.3.1 特征定义	171
7.3.2 模型一	173
7.3.3 模型二	178
7.3.4 比较分析	180
7.4 小结	181
本章参考文献	182
第8章 人脸检测	183
8.1 引言	184
8.2 人脸检测算法	187
8.2.1 人脸特征的提取	188
8.2.2 基于启发式模型的方法	192
8.2.3 基于统计模型的方法	196
8.2.4 视频中的人脸检测算法	202
8.3 人脸检测算法的评测	203
8.4 小结	205
本章参考文献	207
第9章 人脸识别	213
9.1 引言	214
9.1.1 人脸识别算法的框架	215
9.1.2 人脸识别技术现状	215
9.2 图像预处理	216
9.3 基于局部特征的人脸识别算法	217
9.3.1 基于面部几何特征的方法	217
9.3.2 基于模板匹配的方法	218
9.3.3 基于小波包分解的局部特征的识别算法	218
9.3.4 基于弹性图匹配的人脸识别算法	219
9.3.5 基于全局模式下的局部特征分析的方法	219
9.4 基于子空间分析方法的人脸识别	219
9.4.1 基于主成分分析的方法	220
9.4.2 基于线性判别分析(LDA)的方法	221
9.4.3 独立元分析的方法	222
9.4.4 非负矩阵因子	223
9.4.5 基于核主成分分析和核线性判别分析的方法	224

9.5 基于核密度估计分类器的人脸识别	226
9.5.1 概率推理模型(PRM)	226
9.5.2 基于核密度估计的贝叶斯分类器	227
9.5.3 核半径的估计	228
9.5.4 特征融合	229
9.5.5 人脸特征融合的基本框架	229
9.5.6 基于 Fisher 线性判别分析的信息融合	230
9.5.7 基于模糊神经网络的信息融合	230
9.5.8 基于支持向量机的信息融合	231
9.6 小结	232
本章参考文献	233
第 10 章 其他生物特征识别	239
10.1 引言	240
10.2 掌形识别	240
10.2.1 掌形识别简介	240
10.2.2 掌形的特征及特征提取	240
10.2.3 掌形识别算法	244
10.3 虹膜识别	249
10.3.1 虹膜图像的获取	250
10.3.2 虹膜图像的增强	250
10.3.3 虹膜识别算法	253
10.4 签名识别	257
10.4.1 签名识别简介	257
10.4.2 签名识别应用	258
10.4.3 签名采集硬件	258
10.4.4 签名识别算法	259
10.5 小结	262
本章参考文献	263
第 11 章 生物特征识别系统及其性能评测	271
11.1 引言	272
11.2 系统要求	272
11.3 系统模型	273
11.4 层次框架	275
11.4.1 系统层	276
11.4.2 算法层	278
11.4.3 评估层	278
11.4.4 应用层	279
11.5 生物特征识别系统性能评测	280
11.5.1 通用概念和术语	280
11.5.2 标准生物特征识别数据库	282
11.5.3 生物特征识别算法的估计	289

11.6 生物特征识别的通用软件接口规范 BioAPI	304
11.6.1 简介	304
11.6.2 BioAPI 的应用程序接口	304
11.6.3 生物特征识别的基本概念	304
11.7 小结	309
本章参考文献	310
第 12 章 生物特征识别系统的典型应用	313
12.1 引言	314
12.2 生物特征识别技术在电子政务领域的应用	314
12.2.1 生物特征识别技术在公安刑侦领域的应用	315
12.2.2 生物特征识别技术在社会保险行业中的应用	317
12.3 生物特征识别技术在电子商务领域中的应用	320
12.3.1 现行的信息安全机制所面临的挑战	321
12.3.2 信息安全领域广泛使用的密码技术	321
12.3.3 基于密码技术的信息安全机制的缺陷	322
12.3.4 指纹认证与密码技术相结合的网络信息安全机制	323
12.3.5 基于指纹加密技术的电子商务新模式	324
12.3.6 生物特征识别技术在金融证券行业的应用	328
12.4 生物特征识别技术在个人信息安全领域中的应用	329
12.4.1 个人计算机指纹登录系统	330
12.4.2 个人计算机指纹屏幕保护系统	334
12.4.3 个人计算机指纹文件加密系统	335
12.4.4 个人计算机指纹硬盘	337
12.5 小结	338
本章参考文献	339
参考文献	340

第 1 章

生物特征识别基础知识

1.1 引言

生物特征识别技术是为了进行身份验证而采用自动技术测量其身体的特征或是个人的行为特点,并将这些特征或特点与数据库的模板数据进行比较,完成认证的一种解决方案。人的生物特征是惟一的,生物特征识别技术的基本工作就是对这些基本的、可测量或可自动识别和验证的生理特征进行统计分析。所有的工作大多进行了这样四个步骤:图像获取、抽取特征、比较和匹配。生物特征识别系统捕捉到生物特征的样品,惟一的特征将会被提取并且被转化成数字的符号,接着,这些符号被存成个人的特征模板,这种模板可能会在识别系统中,也可能在各种各样的存储器中,如计算机的数据库、智能卡或条码卡中,人们同识别系统进行交互,认证其身份,以确定匹配或不匹配。

Bill Gates 曾作过这样的断言:“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。”Gates 的这段言论是因为有越来越多的消费者、公司和政府机关都承认,现有的基于智能卡、身份证或密码的身份识别系统是远远不够的。生物特征识别技术为此提供了一种解决方案。生物特征识别技术是目前最为方便与安全的识别系统,你不需记住身份证号码或密码,也不需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的了。

生物特征识别技术逐渐成为一种公认的身份认证技术。从最基本的到最健壮的,存在着多种不同级别的安全技术,生物特征识别技术将是最安全的。采用“您本身所具有的”(如指纹、虹膜、声音等)方式验证身份远比采用“您所拥有的”(如带照片的身份证件)和“您所知道的”东西(如用户号和密码)验证身份更可靠、更安全。专家们一致认为生物特征身份确认技术将彻底改变人们现有的生活方式和商业模式。

1.2 生物特征识别技术简介

生物特征识别技术是一门利用人生理上的特征来识别人的科学。与传统方法的不同在于,生物特征识别方法依据的是我们所拥有的东西,是我们的个体特性。事实上,任何生理上的特征都可以用来进行识别。生物特征分为身体特征和行为特点两类。身体特征包括:指纹、掌形、眼睛(视网膜和虹膜)、人体气味、脸型、皮肤毛孔、手腕/手的血管纹理和 DNA 等;行为特点包括:签名、语音、行走的步态、击打键盘的力度等,如图 1-1 所示。

根据生物特征识别技术采用的生物特征的不同,广泛应用的生物特征识别技术可以被分成三类:

- ① 高级生物特征识别技术(High Biometrics),如视网膜识别、虹膜识别和指纹识别等。
- ② 次级生物特征识别技术(Lesser Biometrics),如掌形识别、人脸识别、语音识别、签名识别等。
- ③ 深奥的生物特征识别技术(Esoteric Biometrics),如血管纹理识别、人体气味识别等。

下面简要介绍指纹识别、人脸识别、虹膜识别、视网膜识别、掌形识别、语音识别、签名识别等几种比较成熟且应用广泛的生物特征识别技术。

纹作为凭证(即所谓的“按手印”),一些黏土陶器上则留有陶艺匠人的指纹。1880年苏格兰医生 Henry Faulds 在英国“Nature”上发表论文,指出指纹人各不同、恒久不变,并利用现场指纹来鉴定罪犯,从此揭开了现代指纹识别研究的序幕。从20世纪60年代开始,随着计算机技术的发展,人们开始着手研究利用计算机来处理指纹,自动指纹识别系统(AFIS, Automated Fingerprint Identification System)在法律实施方面的研究和应用在世界许多国家展开。20世纪80年代,个人电脑、光学扫描这两项技术的革新,使得它们作为指纹取像的工具成为现实,从而使指纹识别可以在更广泛的领域中得以应用,比如代替IC卡。20世纪90年代后期,低价位取像设备的引入及其飞速发展,以及可靠的比对算法的实现,为个人身份识别应用的增长提供了舞台。

指纹识别技术主要涉及指纹图像采集、指纹图像处理、特征提取、保存数据、特征值的比对与匹配等过程。

首先,通过指纹读取设备读取到人体指纹的图像,并对原始指纹图像进行初步的处理,使之更清晰。然后,指纹识别算法建立指纹的数字表示——特征数据,这是一种单方向的转换,可以从指纹转换成特征数据,但不能从特征数据转换成指纹,而且两枚不同的指纹不会产生相同的特征数据。特征文件存储从指纹图像上找到被称为“细节点(Minutiae)”的数据点,也就是那些指纹纹路的分叉点或末梢点。有些算法把细节点和方向信息组合产生了更多的数据,这些方向信息表明了各个细节点之间的关系,有些算法也处理整幅指纹图像。总之,这些数据通常称为模板,保存为1KB大小的记录。无论它们是怎样组成的,至今仍然没有一种模板的标准,也没有一种公布的抽象算法,而是各个厂商自行其是。最后,通过计算机模糊比较的方法,把两个指纹的模板进行比较,计算出它们的相似程度,最终得到两个指纹的匹配结果。

相对于其他身份识别技术,自动指纹识别是一种更为理想的身份确认技术。原因如下:

- ① 每个人的指纹都是独一无二的,两人之间不存在相同的指纹。
- ② 每个人的指纹是相当固定的,很难发生变化。例如,指纹不会随着人年龄的增长或身体健康程度的变化而变化。
- ③ 便于获取指纹样本,易于开发识别系统,实用性强。目前已有标准的指纹样本库,方便了识别系统的软件开发,另外,识别系统中完成指纹采样功能的硬件部分也较易实现。
- ④ 一个人的十指指纹皆不相同,因此可以方便地利用多个指纹构成多重口令,提高系统的安全性。同时,并不增加系统设计的负担。
- ⑤ 指纹识别中使用的模板并非最初的指纹图像,而是由指纹图像中提取的关键特征,因此存储量较小。另外,对输入的指纹图像提取关键特征后,可以大大减少网络传输的负担,便于实现异地确认,支持计算机的网络功能。

从以上的分析可以看到,自动指纹识别技术相对于其他技术不仅具有许多独到的信息安全角度的优点,更重要的是还具有很高的实用性和可行性。

1.2.2 人脸识别

人脸识别可以说是人们日常生活中最常用的身份确认手段,也是当前最热门的模式识别研究课题之一。人脸识别就是通过与计算机相连的摄像头动态捕捉人的面部,同时把捕捉到的人脸与预先录入的人员库存中的人脸进行比较识别,如图1-3所示。因为人们对这种技术没有任何的排斥心理,所以从理论上讲,人脸识别可以成为一种最友好的生物特征身份认证技术。