

生物特征加密基础

INTRODUCTION TO BIOMETRIC ENCRYPTION

© 庞辽军 赵伟强 李岩 等编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

生物特征加密基础

庞辽军 赵伟强 李岩
黄树杰 付青柳 靖毅 陈炯 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以生物特征加密技术为背景,以生物特征中使用最为成熟和广泛的指纹特征为例,详细介绍了生物特征加密技术的相关概念和整体流程,并针对该技术中的每一个功能模块介绍了对应的经典算法。

内容包括:生物特征加密技术的基本概念以及指纹识别技术的发展历程;生物特征识别技术相关的图像处理基础知识;以指纹特征为例介绍了构成自动指纹识别系统的各个模块的实现方法和指纹识别算法的性能评价;生物特征识别技术与加密技术的结合方法;生物特征加密技术在当下的应用以及未来发展的展望。

本书可以作为高等院校相关专业的本科生及研究生教材,同时也可作为从事生物特征加密工作的科研人员的参考书目。

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

生物特征加密基础 / 庞辽军等编著. —北京:电子工业出版社, 2016. 2

ISBN 978-7-121-28071-9

I. ①生… II. ①庞… III. ①个人鉴定(法医)—特征识别—加密技术 IV. ①D919. 4②TN918. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 011940 号

策划编辑:陈晓莉

责任编辑:陈晓莉

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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

开 本:787×1 092 1/16 印张:8.75 字数:224 千字

版 次:2016 年 2 月第 1 版

印 次:2016 年 2 月第 1 次印刷

定 价:58.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

生物特征加密技术是当前信息安全领域的一个热点课题,它是基于生物特征识别技术和加密技术的相结合而发展的,其特点是兼顾了生物特征识别的唯一性和密码学的严谨性。生物特征加密技术将成为未来电子商务、电子政务及众多领域的重点发展技术。

生物特征识别技术由于其唯一性及稳定性等特点,已经成为世界各国科研人员的研究焦点。随着计算机技术与互联网的高速发展,生物特征识别技术已经成为当前信息技术领域炙手可热的研究方向之一。如今,生物特征识别技术已经成熟且广泛应用在社会活动的各个领域,如电子政务、电子商务、考勤管理以及移动终端应用等。成型的生物特征设备如考勤机、门禁等已经应用在许多办公场所中,许多国际知名手机厂商生产的智能手机中也使用了生物特征识别技术作为解锁和支付的新方法。

随着生物特征识别技术应用的愈加深,其本身固有的一些缺陷和不足也逐渐暴露出来,最主要的就是生物特征所涉及的个人隐私以及由此而带来的安全性问题。生物特征是人所固有的,一旦丢失则存在非常大的风险。随着生物特征识别技术的普遍应用,它本身的安全问题也受到了重视,对生物特征本身的保护引发了许多研究课题。生物特征加密技术就是解决这类问题的新兴方法,它结合了生物特征识别技术和密码学技术的特点,保证了生物特征识别技术和加密技术在应用过程中的安全。

本书的特点是理论与应用并重。在介绍生物特征加密技术理论知识和基本概念的同时,结合实际应用,详细地介绍了最为常用的经典算法,并尽可能地辅以实例,能够让读者快速入门。

本书的编写结合了作者多年的科研经验,融入了作者在培养生物特征加密相关专业的研究生及本科生过程中总结的教学思路和教学方法,是一本反映生物特征加密技术教材。全书共分为 11 章,详细地介绍了生物特征加密技术框架中各个模块的概念和实现方法,并加入了大量的实例。

第 1 章为绪论,包括生物特征识别与加密技术简介、中国古代指纹的应用记载、西方指纹学的形成、指纹识别系统发展史和我国指纹识别技术发展史等内容。

第 2 章为基础知识与基本方法,包括图像和图像处理、图像中的变换、图像中的滤波、图像中的形态学处理、边缘检测等内容。

第 3 章为认识指纹图像,包括指纹图像概述、指纹图像描述、指纹的脊线特征等内容。

第 4 章为自动指纹识别系统及加密系统,包括自动指纹识别系统与加密系统框架、指纹图像的采集、指纹图像的预处理、指纹特征提取、指纹匹配和生物特征加密系统等内容。

第 5 章为指纹识别算法性能评价,包括指纹识别数据库、常规指纹识别算法性能评价,以及应用级指纹识别算法性能评价等内容。

第 6 章为指纹图像的采集,包括指纹采集的发展、指纹传感器的分类以及不同指纹传

传感器的性能比较。

第 7 章为指纹图像分割,包括指纹分割概述、指纹分割指标计算、最小均方算法用于指纹分割和用于指纹分割的聚类方法等内容。

第 8 章为指纹图像增强与二值化,包括增强、基于 Gabor 滤波的增强算法、基于方向各向异性滤波的增强算法和二值化等内容。

第 9 章为指纹图像特征提取与匹配,包括传统的指纹特征提取与匹配算法、应用链码进行特征提取和方向场描述子(Tico)特征匹配等内容。

第 10 章为生物特征加密技术,包括生物特征加密技术发展概述、生物特征与密钥结合的常用方法、模糊保险箱算法介绍和指纹模糊保险箱算法实现等内容。

第 11 章为生物特征识别与加密技术的典型应用,包括电子政务领域的应用、移动终端的应用、电子商务的应用和应用展望等内容。

参加本书编写工作的有西安电子科技大学生命科学技术学院庞辽军、赵伟强、李岩、黄树杰、付青柳、靖毅和陈炯等人,其中庞辽军、赵伟强、李岩做出了主要的贡献,在此感谢参与编写本书的所有老师和研究生。

此外,本书的编写还要感谢西安电子科技大学教材建设重点项目(No. A1008)的资助。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

作者

2015 年于西安

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 生物特征识别与加密技术简介	1
1.2 中国古代指纹应用记载	4
1.3 西方指纹学的形成	4
1.4 指纹识别系统发展史	5
1.4.1 手动指纹识别系统的发展	5
1.4.2 半自动指纹识别系统	6
1.4.3 自动指纹识别系统的发展	6
1.5 我国指纹技术发展史	7
1.6 本章小结	8
习题与思考题	8
第 2 章 基础知识与基本方法	9
2.1 图像和图像处理	9
2.1.1 数字图像	9
2.1.2 图像质量评估	10
2.1.3 图像处理及应用	12
2.2 图像中的变换	14
2.2.1 傅里叶变换	14
2.2.2 霍夫变换	17
2.3 图像中的滤波	18
2.3.1 中值滤波器	19
2.3.2 高斯滤波器	20
2.4 图像中的形态学处理	22
2.4.1 腐蚀与膨胀	22
2.4.2 开运算与闭运算	25
2.5 边缘检测	27
2.5.1 一阶微分边缘检测	28
2.5.2 差分边缘检测	29
2.5.3 Sobel 算子	29
2.6 本章小结	30
习题与思考题	30

第 3 章 认识指纹图像	31
3.1 指纹图像概述	31
3.2 指纹图像描述	33
3.3 指纹的脊线特征	39
3.3.1 指纹的脊线方向	39
3.3.2 指纹的脊线频率	40
3.4 本章小结	41
习题与思考题	41
第 4 章 自动指纹识别系统与加密系统	43
4.1 自动指纹识别系统与加密系统框架	43
4.2 指纹图像的采集	44
4.3 指纹图像的预处理	45
4.3.1 指纹图像分割	45
4.3.2 指纹图像增强	46
4.3.3 指纹图像二值化	47
4.4 指纹特征提取	47
4.5 指纹匹配	48
4.6 生物特征加密系统	49
4.7 本章小结	49
习题与思考题	50
第 5 章 指纹识别算法性能评价	51
5.1 指纹识别数据库	51
5.1.1 NIST 指纹数据库	51
5.1.2 FVC 数据库	53
5.1.3 其它数据库	55
5.2 常规指纹识别算法性能评价	57
5.2.1 系统错误的产生	57
5.2.2 误识率和拒识率	58
5.2.3 ROC 曲线和等错误率	59
5.3 应用级指纹识别算法性能评价	59
5.4 本章小结	61
习题与思考题	62
第 6 章 指纹图像的采集	63
6.1 指纹采集的发展	63
6.2 指纹传感器的分类	65
6.2.1 光学指纹传感器	65
6.2.2 半导体指纹传感器	67
6.2.3 超声波指纹传感器	69

6.3	不同指纹传感器的性能比较	70
6.4	本章小结	70
	习题与思考题	70
第 7 章	指纹图像分割	72
7.1	指纹分割概述	72
7.2	指纹分割指标计算	72
7.3	最小均方算法用于指纹分割	76
7.4	用于指纹分割的聚类方法	80
7.4.1	K-均值算法	80
7.4.2	层次聚类算法	82
7.5	本章小结	84
	习题与思考题	85
第 8 章	指纹图像增强与二值化	86
8.1	增强	86
8.2	基于 Gabor 滤波的增强算法	87
8.2.1	归一化	87
8.2.2	方向图	88
8.2.3	频率图	90
8.2.4	区域 Mask	91
8.2.5	滤波	92
8.3	基于方向各向异性滤波的增强算法	94
8.4	二值化	95
8.5	本章小结	97
	习题与思考题	97
第 9 章	指纹图像特征提取与匹配	98
9.1	经典的指纹特征提取与匹配算法	98
9.1.1	经典的指纹细节点提取算法	99
9.1.2	经典的指纹细节点匹配算法	100
9.2	应用链码进行特征提取	101
9.2.1	指纹细节点特征提取	102
9.2.2	虚假细节点的删除	104
9.3	方向场描述子特征匹配	106
9.3.1	方向场描述子构造	107
9.3.2	相似度计算	108
9.3.3	对应关系的确定	108
9.3.4	配准与匹配分数的计算	109
9.4	本章小结	110
	习题与思考题	111

第 10 章 生物特征加密技术	112
10.1 生物特征加密技术发展概述	112
10.2 生物特征与密钥结合的常用方法	113
10.3 模糊保险箱算法介绍	115
10.4 指纹模糊保险箱算法实现	117
10.4.1 加密阶段	117
10.4.2 解密阶段	118
10.5 本章小结	119
习题与思考题	119
第 11 章 生物特征识别与加密技术的典型应用	120
11.1 电子政务领域的应用	120
11.2 移动终端的应用	121
11.3 电子商务的应用	122
11.4 应用展望	122
11.5 本章小结	123
习题与思考题	123
附录 A 专有名词缩略语	124
附录 B 符号表	126
参考文献	127

第1章 绪 论

生物特征加密技术是生物特征识别技术和密码学技术相辅相成的新兴技术,其目的是将生物特征信息和密钥信息安全地结合在一起,该技术兼顾了生物特征识别的唯一性和密码学的严谨性,是信息安全领域的一个重要的发展趋势。本章对生物特征识别和加密技术进行简要介绍,并对使用最为广泛的指纹识别技术的发展进行详细的介绍。

本章的内容安排:1.1节介绍生物特征识别与加密技术的概念;1.2节介绍中国古代指纹应用记载;1.3节介绍西方指纹学的发展史;1.4节介绍指纹识别系统的发展史;1.5节介绍我国指纹技术发展史;1.6节总结本章的内容。

1.1 生物特征识别与加密技术简介

生物特征识别技术是基于人类生物特征来进行身份识别的技术。生物特征可以被分为生理特征和行为特征,生理特征包括指纹、人脸、掌纹以及虹膜等特征,如图 1-1 所示;行为特征包括步态、笔迹以及声音等特征如图 1-2 所示。

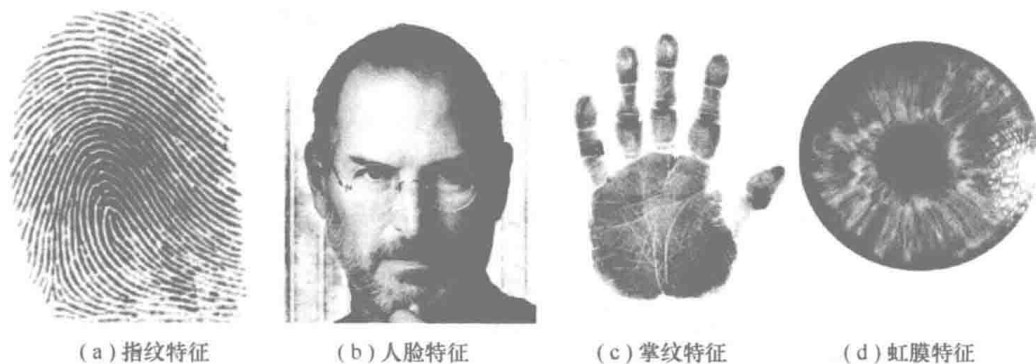


图 1-1 人类的生理特征



图 1-2 人类的行为特征

生物特征是每个人自身所拥有的特征,因此相对于传统的个人身份识别方式,如携带身份证或记忆密码,生物特征识别更为安全和可靠,因为它不会丢失和遗忘。能够用于进行身份识别的生物特征一般拥有以下特点。

- (1) 普遍性:该特征是每个人都拥有的。
- (2) 唯一性:该特征因人而异,人与人之间不同。
- (3) 不变性:该特征稳定,不随时间而改变。
- (4) 易采集:该特征易于采集并能够数字化。

由于生物特征自身的特点,科研人员对生物特征识别技术进行了深入的研究。如今,生物特征识别技术已经发展成熟,并广泛地应用在刑侦鉴定、企业管理、出入境管理、金融服务、电子商务、信息安全、个人隐私保护等各个方面,生物特征识别技术拥有的市场规模也越来越大,图 1-3 显示了 2007—2020 年全球生物特征识别技术市场规模与预测(单位:亿美元)。在整个生物特征识别市场中,指纹识别技术的占有率超过了 50%,位居所有生物特征之首,图 1-4 显示了 2015—2020 年全球生物特征识别技术行业分类市场预测(单位:亿美元)。

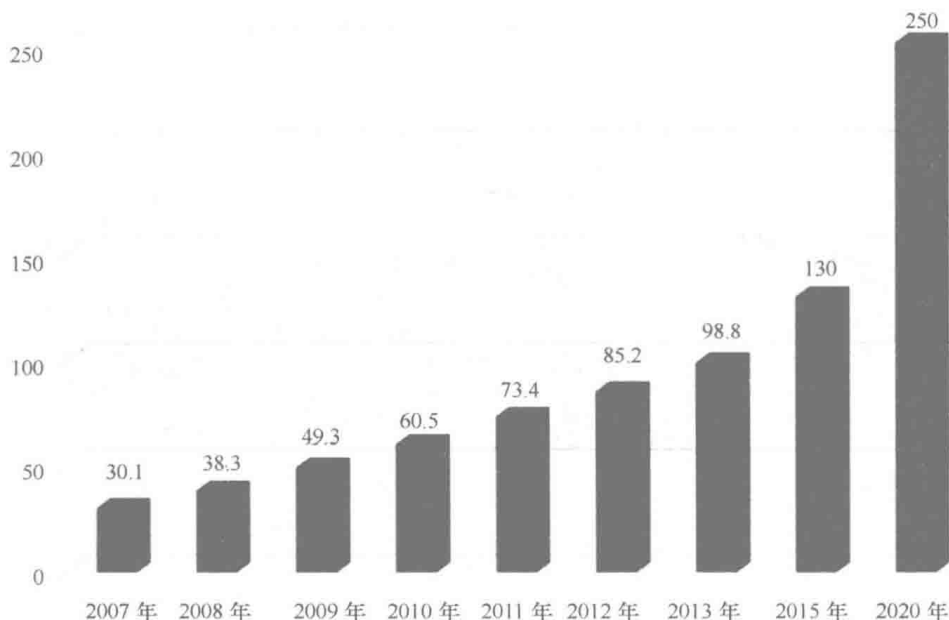


图 1-3 2007—2020 年全球生物识别技术行业市场规模与预测 单位:亿美元

随着生物特征识别技术应用的需求日益增加,其本身的安全性也引起了人们的重视,生物特征是人所固有的,它所涉及的个人隐私以及由此而带来的安全性问题不容忽视。因此,如何在方便地应用生物特征识别技术的同时保证生物特征的安全尤为重要。

密码学是研究信息系统安全保密的科学,是对信息进行编码以实现隐蔽信息的一门学问,被认为是解决信息安全问题的首要技术手段。一个密码算法通常包括加密和解密两个部分,加密和解密操作通常都是在—组密钥的控制下进行的,典型的密钥都是足够长且随机的,比如 AES 加密算法(Advanced Encryption Standard,高级加密标准)的密钥是 128 位的随机比特流,用户通常无法记忆如此长的密钥,所以密钥就会被保存在某种介质

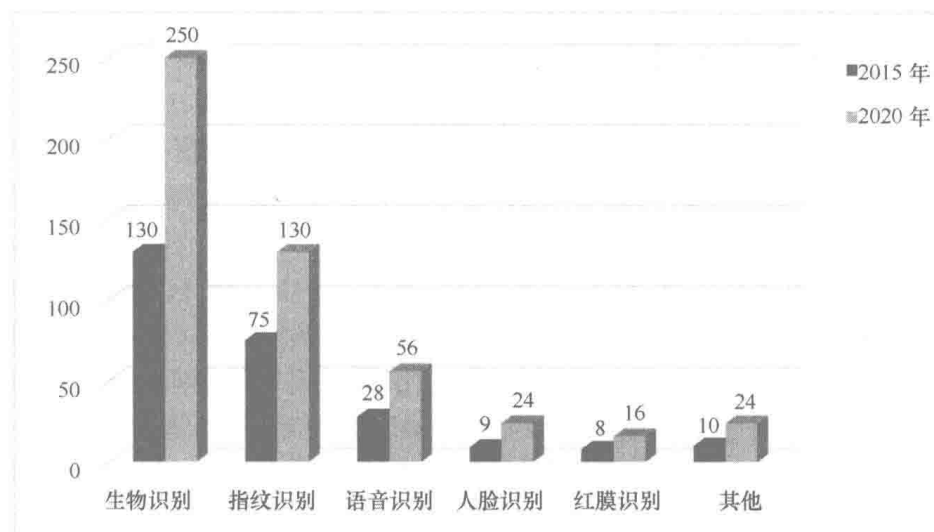


图 1-4 2015—2020 年全球生物特征识别技术行业分类市场预测 单位:亿美元

上,比如 U 盘或硬盘,然后再由一个相对容易记忆的口令来保护密钥,而口令由于其本身的非随机性和较小的长度,往往容易被攻击者破解,从而危及密码系统的安全。

生物特征加密技术结合了生物特征识别技术和密码学技术,将生物特征和密钥以某种方式结合起来,实现了基于密钥和生物特征的双重保护,使得攻击者既无法获取密钥也无法获取生物特征信息。

每一种生物特征都有其独有的特点,表 1-1 给出了不同生物特征之间的在不同性能指标上的简单比较。

表 1-1 不同生物特征的比较

生物特征	普遍性	独特性	永久性	可采集性	性能要求	可接受性	安全性
DNA	高	高	高	低	高	低	低
指纹	中	高	高	中	高	中	高
人脸	高	低	中	高	低	高	高
耳郭	中	中	高	中	中	高	中
虹膜	高	高	高	中	高	低	低
掌纹	中	高	高	中	高	中	中
声波	中	低	低	中	低	高	高
签名	低	低	低	高	低	高	低
步态	中	低	低	高	低	高	中

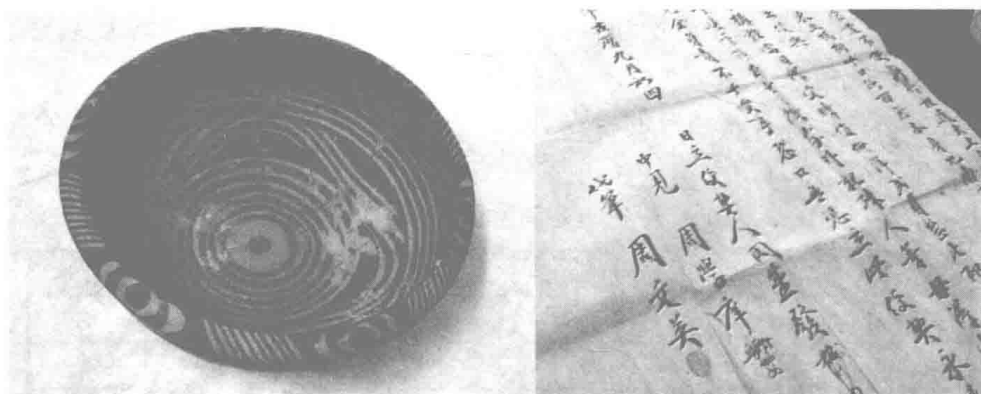
可以看出,没有一种生物特征是完全优于其它特征的。但综合来看,指纹技术更容易应用在各个领域,这也是指纹在生物特征识别市场中占最大份额的原因。由于生物特征加密的原理在应用不同生物特征时基本相似,而指纹技术的应用最为成熟,因此,本书将以指纹作为生物特征的实例,对生物特征加密进行详细介绍。如果不特别指出,本书后文中的生物特征指的就是指纹特征。

1.2 中国古代指纹应用记载

指纹技术起源于中国,据考古实物和史料记载已有数千年的历史。1927年,德国指纹学家 Robert Heindl 就在其《指纹鉴定》一书中指出,中国唐代的贾公彦是世界上第一个提出用指纹识别人身份的学者。

在古代,指纹最早是作为陶器的一种装饰纹,在我国的西安半坡遗址、大汶口文化遗址、马家窑遗址等先后出土了带有指纹图案的陶器,如图 1-5(a)所示。随后,人们发现指纹各不相同,于是将其引入契约的签订当中,《周礼》中就有“以质剂而止讼”一语,图 1-5(b)显示了一份古代按有指纹的契约书。我国古代军队也有《箕斗册》,即登记士兵指纹以便检查,表明当时已能对指纹按形态、结构进行正确分类,并将这种分类特征和知识应用于社会实践。

我国将指纹用于刑侦的记录可追溯到两千多年前的秦代。1975年出土的云梦秦竹简《封诊式·穴盗》记载“内中及穴中外壤有膝、手迹、膝,手各处”,即对现场勘查中的手印的描述。到了宋代,手印已正式成为刑事诉讼的物证了,《宋史·元绛传》中记载了一起欺诈案件,就是以指纹为依据来断案的。明代冯梦龙的《警世通言》第 33 卷《乔彦杰一妾破家》中也有类似记载:“安抚见洪三招状明白,点指画字”。



(a) 指纹作为图案刻在陶器上

(b) 契约书上的指纹

图 1-5 中国古代指纹的使用

随着汉朝“丝绸之路”的开通,我国古代各朝与世界各国的交往也逐渐扩大,伴随着商业和法律制度的交流,指纹术相继传入到日本、印度以及阿拉伯地区和国家,并被多个国家在商业契约中广泛应用,为后来西方国家的指纹学奠定了重要基础。

1.3 西方指纹学的形成

指纹学是研究指纹表面生理特征、纹理结构及指纹收集、显现、储存、分类与识别的原理和方法的科学,指纹学作为一门学科被研究始于欧洲,是物证技术的一个重要组成部分。

自17世纪开始,西方一些医生和人类学者就对指纹进行了长期的潜心探索。1684年,英国生理学家 Nehemiah Glue 在《哲学公报》上精确地描述了指纹的汗孔、皮肤脊线及排列方式,成为世界上第一个描写了微观指纹的人。

1858年,英国人 William James Herschell 在印度、孟加拉采用中国商人在契约上按大拇指印的方法与土著人签订协议。在此之后,Herschell 又要求犯人们在入狱之前留下手印作为印记进行身份存档。1877年,Herschell 写出了《手之纹线》,详细记述了他确认指纹是不会重复的实验结果。

1880年,英国的 Henry Fauld 医生在《自然》杂志上发表第一篇有关指纹的研究,把指纹学从经验转移到以实验技术解剖学、胚胎学等为基础的科学轨道上。但在当时,Alphonse Bertillion 提出的人体测量法较为盛行,因此 Fauld 的指纹识别技术未能得到推广。但即便如此,西方学者普遍认为 Fauld 是西方近代指纹学的倡导者之一。

指纹学形成后,世界各地警方逐渐开始将指纹技术应用到案件侦破工作。1891年,Francis Galton 提出了著名的高尔顿分类系统。随后,英国、美国、德国等国家的警察部门先后采用指纹鉴别法作为身份鉴定的主要方法。到了20世纪60年代,由于计算机可以有效地处理图形,人们开始着手研究利用计算机来处理指纹,美国联邦调查局(Federal Bureau of Investigation, FBI)和法国巴黎警察局开始研究开发自动指纹识别系统(Automated Fingerprint Identification System, AFIS)用于刑事案件侦破。此后,自动指纹识别系统在法律实施方面的研究和应用在世界许多国家展开。

到了20世纪80年代,随着个人计算机、光学扫描这两项技术的发展,指纹的获取变得更为便捷、高效,指纹识别系统得到了快速的发展,下一节我们将详细介绍指纹识别系统的发展史。

1.4 指纹识别系统发展史

指纹识别系统是一个从输入指纹图像到获取识别结果的完整系统,它的发展经历了手动指纹识别系统、半自动指纹识别系统和自动指纹识别系统三个阶段。

1.4.1 手动指纹识别系统的发展

手动指纹识别系统是利用统一的标准,人工对指纹形态进行分类标示,并描述出细节点等重要特征,将事先存储的指纹与实时采集的指纹进行比较,进而实现证实是否为同一指纹的目的。手工管理系统是指纹技术发展史上的关键环节,意味着指纹识别技术正式成为支撑刑侦破案的技术之一,广泛应用于20世纪初期至70年代,为以后的半自动管理系统和自动识别系统发展打下了坚实基础。

1888年,阿根廷警官 Juan Vucetich 发表了《比较指纹学》一文,论述了指纹鉴定法的实用价值,并在1892年利用指纹比对成功地破获了一起案件:一个名为 Francisca Rojas 的女人残忍地将两个儿子割喉杀害,同时造成自己受伤的假象,并诬陷给自己的邻居,最终通过现场找到的她的指纹,揭示了真相。

1892年,英国学者 Francis Galton 在《指纹学》一书中提出了“指纹稳定性和特定性、纹理分类和记录方法以及指纹鉴定技术”这三个影响重大的科学论点,即指纹终生不变、指纹可分类和指纹可识别。英国警官 Edward Richard Henry 在深入学习高尔顿的指纹学成果后,历经7年的试验,于1900年发表了《指纹的分类与功用》一文,使得指纹分类存储方法得到圆满解决,因其在高尔顿分类基础上制定,因此世人称为“高尔顿—亨利指纹鉴定系统”,该系统将指纹分为乎拱型、凸拱型、挠骨环状型、尸骨环状型、螺旋型5种类型。

1901年,英国正式废除人体测量法,全面采用指纹鉴定法,并在警察机构成立专门的指纹部门,在指纹识别应用的一年时间内就查处前科罪犯1772人。从此以后,手动指纹识别系统在世界各国广泛应用。1939年开始,美国联邦调查局改制之后的第一任局长 Edgar Hoover 对鉴识部的指纹档案进行了扩充及合并,建成了当时世界上最大手动指纹识别数据库。

随着计算机技术的发展和指纹数据库的增大,手动指纹识别系统已经不能满足需求,人们的目光转向了利用计算机的半自动指纹系统,下一节我们将介绍半自动指纹系统。

1.4.2 半自动指纹识别系统

半自动指纹识别系统是借鉴先进的计算机技术,将指纹输入到计算机中,人工使用分析仪对指纹进行分类编码后存储,利用计算机的存储和快速计算的优势,实现高效的指纹比对和鉴定。较手动识别相比,半自动指纹识别具有效率高、存储量大的特点,并广泛应用于20世纪70年代至80年代末期。

20世纪70年代,随着计算机技术在各科学领域中的逐渐应用,德国、日本、南斯拉夫等国家开始将计算机应用到指纹管理和比对,利用摄像机将指纹图像输入到计算机系统,采用人工编码方式进行分类,人工确定指纹中心、细节点的位置和方向,实现了半自动指纹识别模式。

半自动指纹识别系统充分发挥了计算机运算速度快而稳定的优势,有效地提高了指纹查档速度和精度,使指纹档案管理更加科学、实用。但随着指纹数据库中指纹数量的日趋增多,半自动指纹识别系统的工作效率降低,并且出现管理成本和人工成本大幅增加的瓶颈,为自动指纹识别系统的发展埋下了伏笔。

1.4.3 自动指纹识别系统的发展

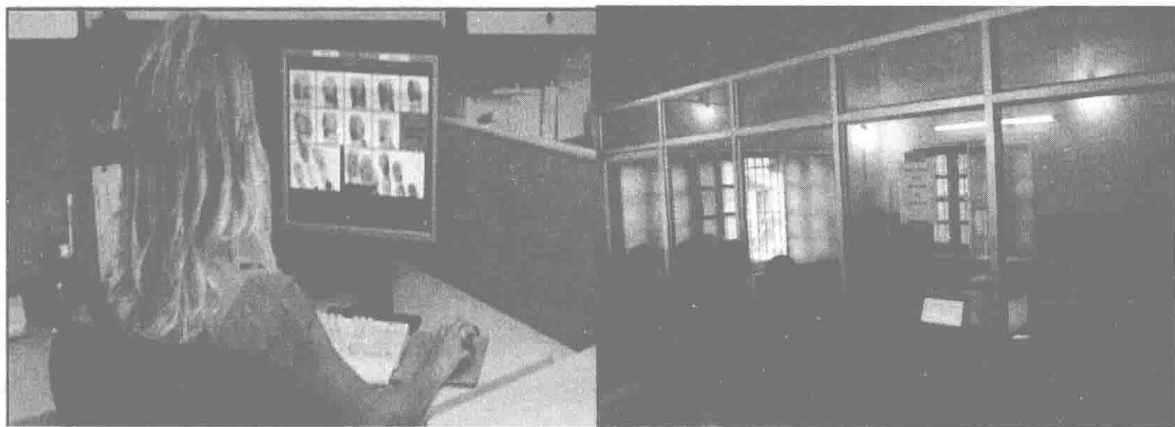
自动指纹识别系统是以指纹自动处理为核心的指纹处理、管理、识别的计算机系统,依托先进的计算机和软件技术,实现指纹的自动分类、定位、特征提取和比对等,以其存储量大、比对速度快、效率高等优越性,促进现代指纹技术产生质的飞跃。自动指纹识别系统从20世纪70年代开始使用并广泛应用至今。

1963年,美国联邦调查局提出了自动指纹识别系统的设想,在参考手动指纹识别系统的基础上,综合计算机和模式识别技术,设计了能够对指纹进行图像采集、特征匹配和

自动筛选的计算机管理系统,并于20世纪70年代率先研制成功。80年代,德、日等国家认识到半自动指纹管理系统的人工编码存在效率低的问题,无法应付日趋庞大的指纹数据,因此也开始发展指纹自动识别系统。自80年代末期,西方国家逐渐淘汰了自动化水平较低的半自动管理系统,开始使用自动指纹识别系统,从此自动指纹识别系统开始蓬勃地发展起来。

到目前为止,作为指纹识别应用最成功的例子,美国联邦调查局建立了一个国家级指纹和犯罪记录查找系统——IAFIS(The Integrated Automated Fingerprint Identification System),该数据库在2009年已拥有超过7亿的罪犯指纹和3.4亿公民指纹,是当时世界上最大的生物特征数据库,图1-6(a)是一名正在进行指纹数据分析的FBI雇员。

印度的身份识别项目(Unique Identification project,也称“Aadhar”计划)已完成了对逾5亿人的口统计与生物识别数据采集工作,图1-6(b)显示了印度居民录入指纹的场景。预计将剩下的7亿人纳入此数据库系统后,该数据库总量将达到皮比特(petabytes)级别。



(a) FBI 雇员正在进行 IAFIS 系统的指纹分析工作

(b) 印度居民正在采集指纹

图 1-6 各国自动指纹系统的研究

我国也在积极建设公民生物特征数据库,截至2014年8月份,全国已有超过16000个派出所启动了居民二代身份证指纹信息录入工作。

1.5 我国指纹技术发展史

在我国,由于封建社会的体制等原因,科学技术未能取得应有的社会地位,发源于我国的指纹术也未得到科学性的发展。清朝末年,随着封建社会的衰落,西方国家纷纷到中国强占租界,并在租界内推行各自的指纹管理方法,如英国在香港和上海租界推行亨利式指纹管理制度、德国在青岛推行汉堡式指纹管理制度、法国在上海租界推行爱蒙培尔指纹制度等。虽然西方列强的行为对我国人民造成了伤害,但从指纹识别技术的发展角度讲,这种指纹管理制度的推行,或多或少推动了指纹技术在我国的发展。

国民党统治初期,各地警察局纷纷采用国外的指纹管理制度,在应用中遇到许多障碍。1930年,刘紫菀设计出中华式指纹分类法,但因无法摆脱列强控制,终归无法付诸实

施。1942年,国民党警察总署做出了统一全国指纹制度的决议,1948年决定十指指纹分析法采用亨利制度,单指纹采用伯特利制度,但因人民解放战争的胜利,此决议未能实行。同年,我党在东北解放区接收日本人建立的指纹档案后,在哈尔滨成立了我国第一个完整规范的指纹室。

新中国成立后,我国花费数年时间不断摸索完善了指纹管理及其相关专业人才培养的制度,最终于1956年确定我国建立统一的十指指纹分析和管理方法,从而实现了规范的、统一的、科学的中华民族的十指指纹分析法和系统管理机构,单指纹管理方法也在各地市纷纷应用。

20世纪80年代初期,我国受资金、技术等因素所限,未能直接购买西方国家先进的自动指纹识别系统,开始了半自动指纹识别系统的研发与应用,全国先后推出10余种半自动指纹管理系统,覆盖了全国近半数地市,取得了良好的应用效果,同时积累了许多指纹管理经验和指纹搜集、管理机制。一些高校以及公安科研部门也对自动识别系统进行了研究和探索。随着指纹数据库的日益庞大,半自动指纹识别系统的局限性也逐渐暴露,指纹编码速度、比对的准确性和效率远不能满足工作之需。90年代初期,各地市纷纷停止了半自动指纹系统的应用。90年代中期,随着计算机技术、模式识别理论和刑事科学技术的进一步发展,我国成功研发了多套自动指纹识别系统,比较出名的有北京大学的Delta-S系统、清华大学的CAF-Is系统等,与此同时,国外的自动指纹识别系统价格也大幅下降,1997年全国各地市开始大范围应用自动指纹识别系统,主要包括美国CO-GENT、日本NEC、法国Morpho等系统。

目前,全国各地市采集、存储十指指纹约近亿份(10个指纹为1份),现场指纹近千万枚,年破案在20万起以上,效果显著。随着全民指纹捺印时代已经来临,必将给指纹管理和刑侦破案工作带来跨越式的发展。

1.6 本章小结

本章对生物特征识别与加密技术进行了介绍。作为生物特征识别技术中应用最成熟的技术,我们对指纹识别技术和指纹识别系统在国内外的的发展进行了详细的介绍。本章让读者对生物特征加密技术和指纹识别技术有大概的了解,部分涉及历史的内容仅供参考,有出入的地方请读者不必深究,我们的重点将放在后边对生物特征识别技术方法的介绍上。

习题与思考题

1. 为什么起源于我国的指纹术却在欧洲得到了快速的发展?
2. 为什么亨利·富尔兹被认为是近代指纹学的倡导者之一?
3. 为什么指纹可以作为证物运用在古代破案中?
4. 你认为指纹特征在生物特征识别中会继续独占鳌头吗?为什么?
5. 你认为自动指纹识别系统会在司法程序中完全取代半自动或手动指纹识别系统吗?请说明原因。