



交 通 信 息 化 科 学 丛 书

The Recognition Technology

with the Integration of Palm Print

Palm Vein and the Application in the Pan Metro Environment

掌纹掌脉融合识别技术

及其在泛地铁环境中的应用

生物识别方法在身份认证上具有显著优势，本书介绍了
掌纹掌脉融合识别原理、识别算法、实现方法以及现实应用案例。
此外，还详细介绍了实现该识别技术所需要的硬件配置和软件设计

掌纹掌脉融合识别技术的
理论方法/实施方案/流程

丁轶峰 陈轶斌 顾宇峰 陈 彤 胡红雷 ○ 编著



上海科学技术出版社

SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

掌纹掌脉融合识别技术及其 在泛地铁环境中的应用

丁轶峰 陈轶斌 顾宇峰 陈 彤 胡红雷

编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了各种生物识别方法及其在身份认证上的优势,重点讨论了时下前沿的掌纹掌脉融合识别的原理、各种识别算法、实现方法以及已有的典型应用案例。另外,本书还详细介绍了为了实现掌纹掌脉融合识别技术,所需要的硬件配置和软件设计。

在此基础上本书详细讨论了将掌纹掌脉融合识别技术引入泛地铁环境应用的必要性和可行性,同时给出了理论方法和具体实施方案及流程供读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

掌纹掌脉融合识别技术及其在泛地铁环境中的应用 /
丁轶峰等编著. —上海:上海科学技术出版社,
2017. 1

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3262 - 2

I. ①掌… II. ①丁… III. ①掌纹—自动识别—应用
—地下铁道—支付方式—研究 IV. ①U231 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 222615 号

掌纹掌脉融合识别技术及其在泛地铁环境中的应用

丁轶峰 陈轶斌 顾宇峰 陈 彤 胡红雷 编著

上海世纪出版股份有限公司 出版

上 海 科 学 技 术 出 版 社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.cwcn.co

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12 插页 4

字数 240 千字

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3262 - 2/Q · 44

定价: 98.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

前言

在今天这样一个瞬息万变的时代,各种新技术、新产品更新迭代层出不穷。我们这一代人是幸运的,赶上了全球科技高速发展的时代,见证了生物识别的悄然崛起和生物识别事业的飞速发展,见证了生物识别给人们的生活带来日新月异的变化。

当今社会高度信息化、网络化,信息安全显示出前所未有的重要性,身份识别技术具有非常重要的应用价值。传统的身份识别技术仅仅关注于检测标识一个人身份的事物,比如个人物品或者密码。但是传统的身份识别技术有其固有的缺点,比如个人的物品有可能会丢失,密码有可能会遗忘或被别人窃取,而且传统的身份识别技术无法区分真正的用户和取得用户标识的冒名顶替者。因此,新的身份识别技术一直是研究的热点。随着身份认证安全问题的日益突出,生物识别技术逐渐进入人们的视野,近年来基于生物特征的身份识别技术也得到了广泛的研究与应用。与传统的身份识别技术相比,生物特征自身具有广泛性、稳定性和唯一性,由此产生的生物特征识别技术具有不易遗忘、防伪性能好、不易伪造或被盗、随身“携带”和随时随地可用等优点,目前已经成为身份识别的重要手段,在很多领域得到了应用。

以电子计算机和其他先进科学技术为主要手段发展起来的指纹识别、指脉识别、掌纹识别、掌脉识别、声纹识别、面部识别、虹膜识别、DNA 识别等诸多现代生物识别技术,是基于指纹、人脸、虹膜、手掌等生物信号来验证用户身份的认证技术。基于生物特征识别的算法具有很高的精确度,在当今警察探案、法官断案、安全防范、安全检查、身份验证等许多领域都发挥着不可替代的作用,并且有着极其广阔的发展前景。

随着经济和社会的发展,城市交通问题日益为人们所关注,地铁运输量大、便捷、快速等特点无疑使其成为城市交通方式中非常重要的一种。在不同国家、不同发展阶段内,凡经济发达的国家与城市都建有地铁。地铁已成为一个国家综合国力、城市经济实力、人民生活水平及现代化程度的重要标志。

当前,正处于加速发展期的中国也兴起了地铁建设热,北京、上海、深圳、广州、成都等30多个城市投入地铁建设行列,这股热潮更形成了当地经济增长的新热点,也逐渐形成了一个新的经济形态。

地铁的发展和科技的提升,给人们的生活质量带来了很大的提高,越来越便利的生活条件,使人们的幸福指数也不断提升,这就是泛地铁带来的聚合效应。地铁沿线聚集人群的增加,大大提升了周边人气,与此同时,地铁周边也衍生了商场及多种娱乐场所等,这些都是和人们生活紧密相关的消费场所,这样的聚合效应将带动商贸业发展,从而带来产业结构及消费结构的变革,随之带来泛地铁时代的来临。

上海掌腾智能科技有限公司在开发一系列基于掌纹掌脉的身份识别技术设备和泛地铁环境中的应用系统的过程中,深感目前缺乏介绍通用生物识别技术尤其掌纹掌脉这种成熟生物识别技术的书籍。为了向更多的人普及生物识别技术,特别是掌纹掌脉识别技术的原理和设计方法,该公司组织科技人员查阅了上百篇中外科技论文和论著,并结合公司的开发设计和实施过程,撰写了此书。

本书第1章对于当今主要的几种生物特征识别技术作了一定的分析和介绍;从第2章开始详细介绍了掌纹识别和掌脉识别的原理、算法和实现,还用1章的篇幅介绍了当前最流行的机器学习技术与掌纹掌脉识别技术相结合,以及提高掌纹掌脉识别速度和精度的方法;第8章列举了现有掌纹掌脉识别的应用场景,后面几章介绍了掌静脉识别与不同行业领域结合的案例与行业展望。同时针对在泛地铁时代利用掌脉识别技术帮助加速智慧城市发展及掌腾智能期盼并倡导各行各业的伙伴,在生物识别的大趋势、大潮流下,以产业链互相配合、互惠多赢的方式,共同进入这个市场。

本书适合对生物识别技术,尤其对掌纹掌脉识别技术感兴趣的读者,以及想了解生物识别技术如何在现代生产生活中应用的工程技术人员阅读。如果了解掌纹掌脉识别技术如何在泛地铁环境中应用,那么本书将是必备参考资料之一。

本书的出版,首先要感谢的是生物识别这个行业,正因为它的神秘与深奥,才有了今天涌现出的一批批为生物识别而不断卓越进取的学者专家;正是因为它的崛起与繁荣,才有了今天尝试应用生物识别技术的一个又一个领域;也正因为如此,我们才有了想将生物识别这一充满魅力、充满神奇的技术科普于众的美好意愿。

此外,特别感谢本书的联名作者:丁轶峰、陈轶斌、顾宇峰、陈彤和胡红雷。感谢几位从技术、行业等不同角度与立场撰写了本书的重要组成部分。同时,本书在撰写过程中也得到了上海申通地铁集团有限公司各级领导的大力支持,在此一并表示感谢!

除了封面署名作者外,特别感谢上海掌腾智能科技有限公司提供技术支持。

最后感谢正在阅读本书的您,无论您是不是生物识别领域的从业者,正因为您的阅读和关心,生物识别技术在中国的向前发展又将多一份新的动力。

编 者

目 录

1	绪论	1
1.1	生物特征识别技术概述	2
1.2	生物特征识别技术的分类	4
1.2.1	指纹识别技术	4
1.2.2	人脸识别技术	6
1.2.3	虹膜识别	9
1.2.4	掌纹识别	9
1.2.5	声音识别	10
1.2.6	视网膜识别	10
1.2.7	DNA 识别	10
1.2.8	签名识别	11
1.2.9	声纹识别	11
1.2.10	步态识别	11
1.2.11	各种生物特征识别技术的比较	12
1.2.12	多生物特征识别	12
1.3	生物特征识别技术的市场前景	13
1.4	生物特征识别技术的现状	14

1.4.1	不同种类的生物特征识别技术竞争发展	14
1.4.2	生物特征识别产品分析	15
1.5	生物特征识别技术的优点和缺点	16
1.6	小结	17

2 掌纹和掌脉识别技术的基本原理 19

2.1	掌纹识别技术的基本原理	20
2.2	掌脉识别技术的基本原理	23
2.2.1	基于结构特征的方法	29
2.2.2	基于纹理特征的方法	29
2.2.3	基于子空间的方法	30
2.3	小结	31

3 掌纹的特征提取算法 33

3.1	基于 moiré 特征的掌纹特征提取算法	34
3.1.1	Moiré 特征简介	34
3.1.2	Moiré 预处理	35
3.1.3	Moiré 特征提取	38
3.1.4	Moiré 特征判别	39
3.1.5	实验数据分析和性能评价	40
3.2	应用景象匹配的掌纹识别方法	42
3.2.1	景象匹配的相关技术	43
3.2.2	景象匹配在掌纹识别中的应用	46
3.2.3	实验分析和比对	49
3.3	基于结构的匹配算法	53
3.4	基于统计的匹配算法	55
3.5	基于子空间的方法	56
3.6	基于编码的方法	58
3.7	小结	60

4 机器学习与掌纹识别 61

- 4.1 机器学习在生物特征识别中的应用 62
- 4.2 挖掘和利用未匹配细节节点的掌纹识别 63
 - 4.2.1 掌纹匹配 63
 - 4.2.2 未匹配细节节点的特征定义与提取 64
 - 4.2.3 集成方法 68
- 4.3 小结 70

5 掌纹识别系统的实现 71

- 5.1 基于数码相机的掌纹识别系统 72
 - 5.1.1 实验装置的硬件设计 72
 - 5.1.2 系统的整体实现 73
- 5.2 基于视频摄像头的掌纹识别系统 75
 - 5.2.1 系统的硬件构成 75
 - 5.2.2 系统的软件具体实现 76
- 5.3 基于 ARM 开发板的嵌入式掌纹识别系统 77
 - 5.3.1 系统的总体模块设计 78
 - 5.3.2 模型样机的设计 78
 - 5.3.3 系统的程序实现 79
- 5.4 基于扫描仪的嵌入式掌纹识别系统 80
 - 5.4.1 系统分析和设计 80
 - 5.4.2 掌纹图像采集的分辨率分析 82
 - 5.4.3 掌纹图像采集的分辨率分析 83
- 5.5 掌纹识别系统的性能比对 85
- 5.6 小结 85

6 掌脉采集系统及识别算法 87

- 6.1 掌脉采集系统的设备选取 88

6.2	掌脉采集系统设计	90
6.3	掌脉识别算法研究	91
6.3.1	掌脉血管提取的前期尝试	91
6.3.2	掌脉图像预处理	92
6.3.3	掌脉图像特征提取和匹配识别	95
6.3.4	掌脉识别算法性能评价	97
6.4	小结	98

7 掌纹掌脉融合识别技术 99

7.1	多模态生物特征识别技术	100
7.2	掌纹掌脉融合识别技术的原理	101
7.2.1	多模态生物特征识别技术	101
7.2.2	经典感受野与非经典感受野简介	102
7.2.3	响尾蛇双模式生物机理概述	103
7.2.4	应用感受野和响尾蛇双模式机理的掌纹掌脉融合技术	106
7.3	掌纹掌脉融合采集仪	109
7.4	掌纹掌脉融合技术的性能评价	111
7.5	多模态生物特征数据库	114
7.6	小结	116

8 掌纹掌脉识别技术的实际应用 117

8.1	掌纹掌脉识别技术为第三方支付保驾护航	118
8.2	掌纹掌脉识别技术在门禁考勤中大显身手	119
8.2.1	湖南广播电视台门禁应用案例	120
8.2.2	基于掌纹掌脉识别技术的银行金库安保管理系统	124
8.2.3	基于掌纹掌脉识别技术的银行二道门管理系统	125
8.2.4	基于掌纹掌脉识别技术的监狱点名系统	126
8.2.5	基于掌纹掌脉识别技术的监狱通道管理系统	127
8.2.6	基于掌纹掌脉识别技术的智能楼宇安保系统	127

8.3	基于掌纹掌脉识别技术的实名认证新趋势	128
8.4	掌纹掌脉识别技术与移动互联完美结合	129
8.5	小结	131

9 掌纹掌脉识别技术无所不能 133

9.1	掌纹掌脉识别技术与安全	134
9.2	掌纹掌脉识别技术与医疗	135
9.3	掌纹掌脉识别技术与交通	137
9.4	掌纹掌脉识别技术与旅游	137
9.5	掌纹掌脉识别技术与文化娱乐	138
9.6	小结	139

10 掌纹掌脉识别技术的下一个浪潮之巅 141

10.1	掌纹掌脉识别技术与物联网	142
10.2	掌纹掌脉识别技术与大数据	142
10.3	掌纹掌脉识别技术与 VR	143
10.4	掌纹掌脉识别技术与人工智能	144
10.5	小结	145

11 泛地铁时代来临 147

11.1	泛地铁带来的聚合效应	148
11.2	打造新商圈和新城市格局	148
11.3	当前泛地铁环境的成熟应用	150
11.4	掌纹掌脉融合技术进入泛地铁环境中的必要性和可行性	151
11.4.1	掌纹掌脉融合技术进入泛地铁环境中的必要性	151
11.4.2	掌纹掌脉融合技术进入泛地铁环境中的可行性	152
11.5	通过掌纹出入地铁的流程说明	155
11.6	小结	156

12 泛地铁的掌纹掌脉识别技术前沿 157

12.1 一种基于掌纹掌脉融合识别技术的泛地铁支付系统技术实现	158
12.2 一种基于常客信息的地铁支付系统	160
12.3 小结	162

13 掌纹掌脉识别技术在泛地铁产业的深度展望 163

13.1 地铁掌脉识别技术与大交通联通结合	164
13.2 地铁掌脉识别技术与游戏结合	164
13.3 地铁掌脉识别技术与大数据结合	165
13.4 地铁掌脉识别技术与 VR 结合	166
13.5 地铁掌脉识别技术与广告结合	166
13.6 地铁掌脉识别技术与交友结合	167
13.7 地铁掌脉识别技术与娱乐结合	168
13.8 小结	168

参考文献 170

后记 181

1

绪 论

1.1 生物特征识别技术概述

传统的识别技术是检测标识一个人身份的事物,但是传统的身份识别技术有其固有的缺点,个人的物品有可能会丢失,密码有可能会遗忘或被别人窃取,而且传统的身份识别技术无法区分真正的用户和取得用户标识的冒名顶替者。由于传统身份识别技术的缺点,新的身份识别技术一直都是研究的热点,而基于生物特征的身份识别技术也得到了广泛的研究与应用。与传统的身份识别方法相比,生物特征自身具有广泛性、稳定性和唯一性,由此产生的生物特征识别技术具有不易遗忘、防伪性能好、不易伪造或被盗、随身“携带”和随时随地可用等优点,目前已经成为身份识别的重要手段,在一些领域得到了应用。以电子计算机和其他先进科学技术为主要手段发展起来的指纹识别、声纹识别、面部识别、虹膜识别、DNA 识别、体味识别等诸多现代生物特征识别认证技术,是基于指纹、人脸、虹膜等生物信号来验证用户身份的认可技术。基于生物特征识别的算法具有很高的精确度,在当今警察探案、法官断案、安全防范、安全检查等许多领域都发挥着不可替代的作用,并且有着极其广阔的发展前景。

生物识别技术是指依据每一个人独有的可以采样和测量的生物学特征或行为学特征而进行的个体识别和个体认定技术,亦称生物特征识别技术或生物统计学识别技术。在理想情况下,可以用来进行身份识别的生物特征应包括以下几个特点:

- (1) 广泛性:每个人都应该具有这种生物特征。
- (2) 唯一性:每个人具有的这种生物特征应该各不相同。
- (3) 稳定性:随着时间的推移,这种生物特征不会发生很大的变化。
- (4) 便于采集:这种生物特征可以较为方便地采集。

当应用于一个生物特征身份识别系统时,还应该满足下面的一些要求:

- (1) 识别率的要求:所选择的生物特征能够达到较高的识别率。
- (2) 可接受性的要求:使用者能够接受所选择的生物特征的身份识别系统。
- (3) 效率的要求:所需时间较短,具有较高的识别效率。
- (4) 安全性要求:系统能够防止被攻击,避免被欺诈的方法骗过。
- (5) 价格的要求:系统的成本价格不应过高。

目前人们正在使用和研究的用于身份识别的生物特征主要包括:指纹(fingerprint)、掌纹(palmprint)、虹膜(iris)、脸相(facial feature)、耳型(ear)、DNA(deoxyribonucleic acid,人体细胞遗传基因)、语音(voice)、签名(signature)、笔迹(handwriting)、步态(step)等。所谓生物特征身份识别技术,就是通过计算机与光学、声学、生物传感器和生物统计

学原理等高科技手段密切结合,利用人体固有的生理特性(如指纹、人脸、虹膜等)和行为特征(如笔迹、声音、步态等)来进行个人身份的鉴定。和传统的身份识别方法相比,生物特征自身具有广泛性、稳定性和唯一性,由此产生的生物特征识别技术具有不易遗忘、防伪性能好、不易伪造或被盗、随身“携带”和随时随地可用等优点,目前已经成为身份识别的重要手段,在一些领域得到了应用。

在现代社会里,远程用户认证已经变得十分普遍。一个认证系统的不可靠性将给公司或者企业带来不可估量的损失,如数据泄密、拒绝服务等。特别是对于一些远程认证系统来说,其安全性问题更加突出。传统的认证手段比如 ID 卡、个人识别码(personal identification number)、口令等存在着容易遗忘、丢失、可共享等缺陷。而且这些认证手段都不能将用户本人和识别相结合,如这些系统只通过 ID 和密码的认证,其可靠性得不到保证。而生物认证识别系统是通过利用个体特征的生理或者行为特征来进行验证,因而避免了“认卡不认人”等传统隐患。并且生物特征信息很难被简单复制或者数据共享,它本身包含的丰富信息比密码更适合于认证,毕竟相同长度的数据段,生物特征更易于识别且不需要记忆。由于生物特征识别的巨大优势,国内外研究者在各种识别算法的研究上做了很多的工作,比如指纹识别、人脸识别、虹膜识别、语音识别等,而且这些识别算法的准确率在一定条件下可以高达 99%。因此生物识别系统在金融领域、电子商务、出入境检测、罪犯识别等方面都得到了很好的应用。

研究者重点关注的是如何最大限度地提高系统的识别率,也就是说精确度,而忽视了系统本身存在的安全性。但是,一个生物特征识别认证系统即使具有 100% 的识别认证能力,如果它自身的安全问题和用户的隐私等得不到应有的保障,也不会得到用户认可而被推广应用。特别是对于安全性要求比较高的应用,如电子商务领域,如果合法用户的生物特征信息泄露或者非法用户通过某种手段获取了该用户的生物特征,那么该非法用户就获得了本应是授权用户才有的相应权限。即使该系统具有很高的识别率,它也不会拒绝一个非法用户的正常登录。

另外用户对于自己隐私的关注程度日益增强,特别是指纹、人脸等不易更改的敏感信息。比如用户总共只有 10 根手指,其指纹信息的容量相比密码等其他认证手段要少得多。假如这些信息被盗取,那么该用户在所有使用该系统的指纹信息都得重新注册。而这与信用卡或者密码丢失只需重新办理或注册相比,生物特征这一特性也使得研究者在设计生物认证系统过程中要充分考虑到用户对于隐私保护的要求。

国际上就如何增强生物特征识别系统的安全性、生物特征模板保护等已有很多研究。从已有的研究报道来看,这些工作主要集中在以下几个方面:多模态生物特征融合识别认证技术研究——主要用于提高系统的识别率和增强系统的安全性;生物特征模板保护技术研究——主要用于隐私保护和提高系统的安全性;生物特征模板的安全传输技术——主要解决网络环境下生物特征信息的压缩、安全传输等问题,保护用户隐私、提高安全性等。

1.2 生物特征识别技术的分类

1.2.1 指纹识别技术

指纹识别技术是指依据人的指纹特征或其所留印痕特征而对人身进行识别和认定的技术。

指纹即人的手指指肚表面皮肤上的纹理花纹,虽人皆有之,却各不相同。世界上任何种族、民族的男女老少、父母子女、兄弟姐妹,甚至是相貌极为相似的孪生兄弟姐妹之间的指纹,都存在着本质的差异,同一个人的十个手指的指纹,也各有差异。这种差异主要表现在指纹纹线中的许多细节特征的不同以及由这些细节特征构成的整体组合关系的不同,如纹线中的勾、眼、桥、棒、点、隆凸、凹陷、弯折、交叉、错位、串联以及三角、皱褶纹、伤疤等特征的具体形态、大小、方向、角度、位置、数量及相互关系的不同等。指纹的这种唯一性或排他性,为指纹识别技术的建立和发展提供了可靠有力的科学依据。不仅如此,指纹还具有终生不变的稳定性。指纹的形态结构和细节特征的总体布局等保持不变。而且指纹本身还具有增殖再生的能力,即皮肤的表皮层若受到磨损或剥脱,能很快恢复原状。个体指纹的这种终生不变的稳定性,为指纹识别技术的建立和发展创造了极为重要的客观条件。随着现代科学技术的发展,指纹识别技术尤其是指纹自动识别技术不仅在警察探案和法官断案等活动中继续发挥着不可替代的作用,而且它已开始被广泛地应用在出入口控制、信息编码、银行信用卡、重要证件防伪等许多领域的管理工作中。电子指纹档案在西方发达国家已经十分盛行,尤其是近年来由于互联网络的广泛使用,指纹档案和指纹识别技术的应用更加广泛。

指纹图像处理的流程大致包括指纹图像数据的采集、预处理、细节特征提取、匹配并给出结果等。

指纹的采集方法可以通过传统的油墨按捺进行采集,但是这种采集方法得到的指纹图像质量差、噪声多,难以用计算机进行自动识别,只能进行人工比对。现今普遍采用光电式的指纹采集仪,该方法利用光的全反射原理,将指纹图像转化为数字图像,该方法采集的速度快、成本低,得到的图像质量高,适于用计算机进行自动处理,因而在现阶段得到了广泛应用。

由于采集方法的限制,采集到的指纹图像不可避免存在各种各样的噪声。预处理的过程就是将这些引入的噪声尽可能地删除,为更好、更精确地提取指纹细节特征做准备。另外,在预处理的过程中采用哪种相应的处理算法还是人们努力的方向。预处理的目的是为了在特征提取时能够更准确、更快速定位指纹的细节特征点,有些预处理算法结果尽管在视觉上表现得相当不错,但是这种视觉上的改善并不一定能带来匹配速度上的提高,因为这与所选用的匹配算法还有相当大的关系。而且,效果比较明显的预处理算法在

时间上的花费也是比较大的,这就使得在不同的算法中要有所取舍,根据不同的应用场合合理地选用。

指纹图像的预处理包括以下几个部分:前后背景分离,求取指纹纹线宽度,图像增强,指纹图像滤波,求方向图,提取中心点、三角点,二值化,细化等。

(1) 指纹图像的前后背景分离:将有效的指纹前景区从图像中分离出来。

(2) 求取指纹的纹线宽度:指纹图像是一种典型的纹理结构图像,纹线方向和纹线距离(纹线频率)是描述这种纹理结构的主要参数,是指纹图像的固有属性。在指纹滤波或指纹增强技术中,纹线距离往往是作为一个基本的参数来使用的。此外,指纹图像的平均纹线距离还可用于指纹比对和指纹分类。

(3) 指纹图像增强:增加脊和谷的对比度,在保持边缘信息的基础上增强边缘信息。

(4) 滤波:尽可能消除引入的噪声。

(5) 求取方向图:方向信息是指纹图像最明显的信息特征,方向场快速准确地提取能够明显改进整个系统的速度。求取方向图和滤波都属于图像增强的一部分,之所以单独作为一个部分是因为在图像增强中,滤波和求方向图是最为重要的两个部分。基于方向信息的滤波往往能起到比较明显的增强效果。因此,各种滤波器函数结合方向信息对局部的指纹图像进行滤波也成为图像增强算法中研究的一个重要方向。如基于加博(Gabor)函数的指纹增强方法就是利用加博函数具有最佳时域和频域连接分辨率,是唯一能够达到时频测不准关系下界的函数的特点,利用局部区域内纹线的频率和方向信息,对每个局部区域构建相应的模板进行增强,从而有效去除噪声,保存和突出真正的纹线结构。

(6) 提取中心点和三角点:指纹图像的中心点和三角点是指纹最重要的特征。准确地提取中心点和三角点进而对指纹进行粗分类,不论后期采用哪种匹配算法,都可以有效提高匹配速度。在以往的匹配算法中,特征点集中基准点的选择是很困难的,这使得在匹配时对图像进行扭转难以达到理想的效果。如果在前期预处理过程中就准确地提取中心点和三角点,那么就会降低匹配算法的时间复杂度,改进模式匹配的匹配速度。

(7) 二值化:将指纹图像由原来的灰度图像转为只有0和1二值信息的图像。以便对图像进行细化处理。二值化的方法有很多,最简单的就是取128作为阈值(灰度级为8),但是这种最简单的方法也最难满足应用要求,不能适应指纹图像不同部分的灰度变化。改进的二值化方法可以对指纹图像进行分块自适应二值化处理。即将指纹图像分成多个块,对每一块统计灰度变化的数学期望和方差,计算出阈值。还可以基于最大类间方差的方法计算阈值,计算全局的统计特征。

(8) 细化:指纹图像细化的目的是将图像变为单像素连通图。细化效果的好坏直接影响能否准确提取细节特征。不同的细化算法的时间复杂度也有所差别,选择合适的细化算法对系统尤为重要。

指纹分类主要是根据指纹中的两类特殊结构 core 点和 delta 点的数目和位置不同,

而将指纹划分为不同的类型。一般在指纹自动识别技术中只使用两种细节特征点：端点和分叉点。其他类型特征点出现的概率很小。纹线端点指的是纹线突然结束的位置，而纹线分叉点则是纹线突然一分为二的位置。这两类特征点在指纹中出现的次数最多、最稳定，比较容易获取。根据中心点和三角点的个数以及细节特征点的位置，可以通过点模式匹配或基于曲线拟合的方法进行模式匹配，但是这种方法要求指纹匹配算法具有比较好的鲁棒性，以适应因为伪特征点的存在、真特征点的丢失以及基准点定位偏差所引起的拒识和误识。

在我国，近年来根据指纹识别技术开发推出的软件主要有指纹考勤系统、指纹门禁系统、指纹网络安全系统、指纹健康体检系统、指纹电子档案系统、指纹银行保管箱系统、指纹养老金领取系统、指纹高考管理系统、指纹人类精子库管理系统等。可以说，现代指纹识别技术被认为是理论成熟、科学性强、实践应用广泛、发展前景广阔的一项生物识别技术，尤其是指纹自动识别技术正在形成一个全新的技术领域和产业，并蕴藏和创造着巨大的商机。

1.2.2 人脸识别技术

人脸识别技术是根据人的面部特征的唯一性特点而进行的个体识别和确认技术。人的面部特征的唯一性，可以在脸上某单一器官或部位上得以体现，更重要的是可在这些单一特征之间的位置、距离、角度、数量、形状和模式等相互关系上得以体现。而且这些面部特征都具有一定的稳定性。当验证某人的身份时，只要通过某种设备摄录下他的面部生物学特征，与事先已经储存着的相关样本特征进行比较，几秒钟内即可完成识别。同许多生物识别技术一样，人的面部识别技术是近几年在全球范围内迅速发展起来的一项安全技术。它是依靠面部的二维或三维图像处理 and 模式识别来实现鉴别或验证个体身份目的，具有非接触性、对被识别对象侵扰少和识别手段隐蔽等特点，在反恐、跟踪、追逃、打拐、出入口控制、银行管理等许多领域都有着独特的应用价值。

1.2.2.1 人脸识别的研究内容

人脸识别主要分为人脸检测、人脸特征提取和人脸识别 3 个过程。

1) 人脸检测(face detection)

人脸检测就是给定任意图像，确定其中是否存在人脸，如果有，给出人脸的位置、大小等状态信息。人脸检测主要受到光照、噪声、姿态以及遮挡等因素的影响，人脸检测的结果直接关系到后面两个过程的准确性。近年来，人脸检测已成为独立的研究课题，受到研究者的关注。

2) 人脸表征(face representation)

人脸表征就是提取人脸的特征，是将现实空间的图像映射到机器空间的过程。人脸的表征具有多样性和唯一性，只有保持这种多样性和唯一性，才能保证人脸图像的准确描述和识别。人脸图像信息数据量巨大，为了提高检测和识别的运算速度，提高图像传输和