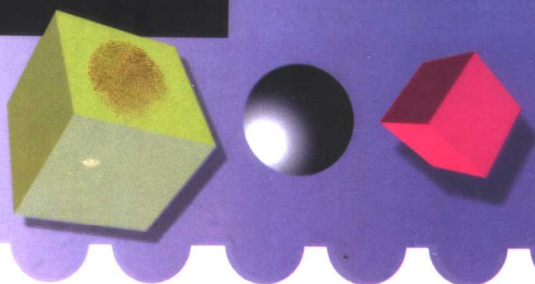
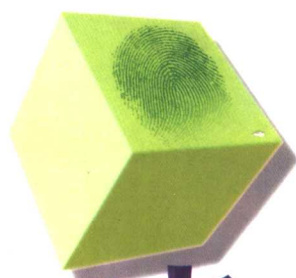


29462



# 民用 指纹识别 技术



柴晓光 岑宝炽 编著  
田捷 审



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

29462

# 民用 指纹识别 技术

柴晓光 岑宝炽 编著  
田捷 审

TP391.4  
②33:D918.91

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

民用指纹识别技术/柴晓光, 岑宝炽编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.5

ISBN 7-115-11740-3

I. 民... II. ①柴...②岑... III. 指纹学 IV. D918.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 038597 号

### 内容提要

本书综合地介绍了有关指纹识别方面的基础知识, 并由浅入深地阐述了指纹识别技术的原理和应用经验。

全书共分 9 章, 第 1 章从生物特征识别谈起, 对指纹识别的历史、人体指纹的特征和指纹图像的采集方式等作了简要的介绍。第 2 章对民用计算机指纹识别技术的特点和技术指标进行了详细的论述。第 3 章从技术角度对指纹识别算法的各个基本环节进行了介绍。第 4 章重点介绍如何对指纹识别系统的性能进行评估和测试。第 5 章介绍了有关指纹设备的选型等方面的知识和经验。第 6 章对指纹应用中出现的常见问题进行了分析并给出了相应的解决方法。第 7 章介绍了一些指纹应用中的经验和技巧。第 8 章介绍了几个指纹应用的实例。第 9 章分类介绍了国内外一些常见的指纹识别产品。

本书可供广大从事指纹识别技术产品开发和推广应用领域的技术人员学习与借鉴, 同时也可供有关指纹识别应用项目中的管理和决策人员参考。

### 民用指纹识别技术

◆ 编 著 柴晓光 岑宝炽

审 田 捷

责任编辑 李永涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132692

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.25

字数: 385 千字

2004 年 5 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-11740-3/TP·3661

定价: 30.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 序 言

指纹识别既是一门目前被广泛应用的实用化技术，也是一个不断面临新挑战的研究热点方向。近年来由国际模式识别学会组织的 FVC (Fingerprint Verification Competition, 国际指纹识别算法竞赛) 吸引了越来越多的厂商和科研机构，也反映了目前学术界与产业界对指纹识别技术的关注。指纹识别技术除了在传统的公安司法领域得到应用之外，已越来越多地应用在银行、社保、门禁、考勤和信息安全等行业，正逐步走进人们的日常生活中，成为老百姓日趋关注的话题。

本书从指纹识别的起源、人体指纹的特征和指纹图像的采集谈起，详细介绍了民用指纹识别技术的特点、指纹识别算法的基本原理、指纹识别系统的性能评估和测试、指纹设备的选型等方面的知识和经验，同时就指纹应用中的常见问题和有关技巧进行了初步探讨，最后还介绍了一些指纹的应用实例和国内外的部分指纹识别产品。

本书的作者长期从事指纹识别技术的研发和应用推广工作，在指纹识别技术的实用化方面进行了有益的探索。希望通过《民用指纹识别技术》的出版，能更好地普及指纹识别技术，使广大读者全方位地认识和了解指纹识别技术，从而更好地推动指纹识别技术的广泛应用。

中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会主任

中国科学院自动化研究所研究员

中国自动化学会理事

——田捷

# 前 言

民用指纹识别技术是一种源于司法刑使用自动指纹识别技术，但又有别于司法刑使用自动指纹识别技术的一门新兴的计算机与信息处理应用技术。长期以来，指纹识别技术主要应用于刑事侦查与司法鉴定领域，不被大多数的人所了解，常常给人一种神秘的感觉。计算机与信息处理技术的飞速发展，为这门历史悠久的应用技术开拓了更为广阔的市场，指纹识别技术及相关产品正越来越多地应用于民用市场，走进人们的日常生活。

在市面上，有关阐述民用指纹识别技术的书籍和资料很少。人们在从事民用指纹识别技术的研究、开发和应用的过程中，往往需要花费大量的时间和精力去查找各种资料。很多指纹识别设备生产商要经常对用户进行有关指纹的基础知识，以及指纹识别设备的选择、使用和维护等有关事项的介绍；还要与从事指纹技术二次开发的工程技术人员进行诸如针对指纹技术应用开发的方案、技巧，以及成功的经验和失败的教训等话题的技术研讨等等，经常使指纹识别设备生产商应付不暇。针对以上原因，我们萌发了将有关民用指纹识别技术的特点和发展现状，以及多年工作研究的一些心得体会、经验和教训写下来与大家共同探讨的想法。

从动笔写这本书到完成，由于种种原因，写作时停时续，用了一年多的时间。在此期间，我们欣喜地看到，在网上有关阐述民用指纹识别技术的资料已越来越多，对民用指纹技术应用中的各种问题，提出了许多看法和观点。但愿本书能对许多从事民用指纹识别技术应用的有关人员提供一些有益的参考意见。

全书共分为9章，由柴晓光主笔，岑宝炽等参加了本书的编写工作，田捷老师在百忙之中对本书进行了审阅，并提出了宝贵的意见。此外，在本书的编写过程中得到了柯韦、王直、曹永猛等许多专家和朋友的熱情帮助和指导，也得到了三新信息科技发展有限公司以及国内外许许多多指纹识别技术产品开发商的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

限于作者的水平，以及由于缺乏经验与资料，文中肯定会存在着很多不足之处，敬请各位专家及读者不吝指教。

编者

2004年3月

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 概述 .....               | 1  |
| 1.1 生物特征识别的含义 .....          | 1  |
| 1.1.1 指纹识别 .....             | 2  |
| 1.1.2 人脸识别 .....             | 3  |
| 1.1.3 手形识别 .....             | 3  |
| 1.1.4 视网膜与虹膜识别 .....         | 4  |
| 1.1.5 笔迹识别 .....             | 4  |
| 1.1.6 语音识别 .....             | 4  |
| 1.1.7 DNA 基因识别 .....         | 4  |
| 1.2 指纹识别技术简介 .....           | 6  |
| 1.2.1 指纹识别技术的历史 .....        | 6  |
| 1.2.2 人工识别与机器识别 .....        | 7  |
| 1.2.3 警用 AFIS 与民用 AFIS ..... | 8  |
| 1.2.4 指纹识别技术的优势 .....        | 10 |
| 1.3 人体指纹的生理特征 .....          | 12 |
| 1.3.1 指纹的纹型 .....            | 12 |
| 1.3.2 指纹的特征 .....            | 13 |
| 1.3.3 特征模板 .....             | 16 |
| 1.4 指纹图像的采集 .....            | 17 |
| 1.4.1 指纹采集模式 .....           | 17 |
| 1.4.2 采集设备的原理 .....          | 18 |
| 1.4.3 指纹图像的参数 .....          | 19 |
| 第 2 章 民用指纹技术的特点 .....        | 21 |
| 2.1 民用 AFIS 的技术指标 .....      | 21 |
| 2.1.1 拒识率与误识率 .....          | 22 |
| 2.1.2 指纹算法的鲁棒性 .....         | 23 |
| 2.1.3 设备的拒登率 .....           | 25 |
| 2.1.4 系统的工作速度 .....          | 25 |
| 2.1.5 系统的工作方式 .....          | 26 |
| 2.2 民用 AFIS 的应用领域 .....      | 27 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.2.1 门禁控制类.....          | 27 |
| 2.2.2 文件与信息保密类.....       | 28 |
| 2.2.3 证照管理类.....          | 28 |
| 2.2.4 远端认证.....           | 28 |
| 2.3 民用 AFIS 的应用对象与场合..... | 28 |
| 2.3.1 实时与非实时.....         | 29 |
| 2.3.2 配合型与抗拒型.....        | 29 |
| 2.3.3 监控和人工干预.....        | 29 |
| 2.4 系统的工作模式.....          | 30 |
| 2.4.1 警用 AFIS 的工作模式.....  | 30 |
| 2.4.2 民用 AFIS 的工作模式.....  | 30 |
| 2.5 民用 AFIS 中的比对与识别.....  | 31 |
| 2.5.1 工作形式.....           | 31 |
| 2.5.2 识别范围.....           | 31 |
| 2.5.3 指纹特征描述.....         | 32 |
| 2.5.4 采样角度.....           | 32 |
| 2.6 系统的适应性与一致性.....       | 32 |
| 2.6.1 对各种手指的适应性.....      | 33 |
| 2.6.2 对使用环境的适应性.....      | 35 |
| 2.7 民用指纹技术的发展趋势.....      | 35 |

### 第 3 章 指纹识别算法的原理..... 39

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3.1 指纹图像的压缩.....      | 39 |
| 3.1.1 JPEG 压缩.....    | 40 |
| 3.1.2 WSQ 压缩.....     | 40 |
| 3.1.3 EZW 压缩.....     | 41 |
| 3.2 指纹图像的预处理.....     | 42 |
| 3.2.1 图像的平滑.....      | 43 |
| 3.2.2 图像的归一化.....     | 45 |
| 3.2.3 图像的纹理方向和噪声..... | 46 |
| 3.2.4 图像的二值化.....     | 49 |
| 3.2.5 指纹脊线的弥合.....    | 51 |
| 3.2.6 指纹图像的质量.....    | 53 |
| 3.2.7 指纹图像的细化.....    | 55 |
| 3.3 指纹图像的特征提取.....    | 56 |
| 3.3.1 奇异点的判定.....     | 57 |
| 3.3.2 细节特征的提取.....    | 58 |
| 3.3.3 直接特征提取法.....    | 59 |

|        |                |    |
|--------|----------------|----|
| 3.3.4  | 指纹拼接.....      | 60 |
| 3.3.5  | 特征点的选取.....    | 61 |
| 3.3.6  | 特征模板的组织.....   | 61 |
| 3.3.7  | 指纹的定位.....     | 62 |
| 3.3.8  | 基于特征点的匹配.....  | 63 |
| 3.3.9  | 基于特征点对的匹配..... | 64 |
| 3.3.10 | 基于特征点组的匹配..... | 65 |
| 3.4    | 指纹分类.....      | 65 |
| 3.4.1  | 人工分类.....      | 66 |
| 3.4.2  | 自动分类.....      | 66 |

## 第4章 系统的性能评估与测试..... 69

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 4.1   | 评估与测试的类型.....      | 69 |
| 4.1.1 | 技术测试.....          | 70 |
| 4.1.2 | 应用模拟测试.....        | 70 |
| 4.1.3 | 实际使用测试.....        | 71 |
| 4.2   | 测试样本库.....         | 71 |
| 4.2.1 | 指纹图像数据库的构成.....    | 71 |
| 4.2.2 | 标准指纹数据库.....       | 72 |
| 4.2.3 | 人工合成指纹库.....       | 74 |
| 4.2.4 | 人工模拟指纹库.....       | 76 |
| 4.3   | 算法的评估与测试.....      | 79 |
| 4.3.1 | 对图像质量的适应性.....     | 79 |
| 4.3.2 | 对指纹变形的适应性.....     | 79 |
| 4.3.3 | 对指纹噪声的适应性.....     | 79 |
| 4.3.4 | 对多种系统的适应性.....     | 79 |
| 4.3.5 | 测试流程.....          | 79 |
| 4.3.6 | 模拟指纹测试.....        | 83 |
| 4.4   | 采集器的评估与测试.....     | 85 |
| 4.4.1 | 工作环境适应性.....       | 85 |
| 4.4.2 | 外观和结构要求.....       | 86 |
| 4.4.3 | 图像分辨率和几何畸变率.....   | 87 |
| 4.4.4 | 图像的灰度、对比度和均匀度..... | 89 |
| 4.4.5 | 产品性能的一致性.....      | 91 |
| 4.4.6 | 抗静电强度 ESD.....     | 92 |
| 4.4.7 | 使用寿命.....          | 92 |
| 4.5   | 整体评估与测试.....       | 93 |
| 4.5.1 | 工作速度与效率.....       | 93 |

|              |                       |            |
|--------------|-----------------------|------------|
| 4.5.2        | 合理性与易用性.....          | 93         |
| 4.5.3        | 系统的可靠性.....           | 94         |
| 4.5.4        | 系统的安全性.....           | 95         |
| <b>第 5 章</b> | <b>指纹设备的选型.....</b>   | <b>97</b>  |
| 5.1          | 设备的类型与适用场合.....       | 97         |
| 5.1.1        | 联机式.....              | 97         |
| 5.1.2        | 独立式.....              | 98         |
| 5.1.3        | 嵌入式.....              | 99         |
| 5.2          | 设备参数的含义与选择.....       | 99         |
| 5.2.1        | 传感器参数.....            | 99         |
| 5.2.2        | 信号接口标准.....           | 100        |
| 5.2.3        | 指纹算法参数.....           | 100        |
| 5.2.4        | 系统参数.....             | 101        |
| 5.3          | 指纹传感器的选取.....         | 101        |
| 5.3.1        | 光电式指纹传感器.....         | 102        |
| 5.3.2        | 电容式指纹传感器.....         | 102        |
| 5.3.3        | 热敏式指纹传感器.....         | 103        |
| 5.3.4        | 其他类型指纹传感器.....        | 104        |
| 5.4          | 指纹信息载体的选择.....        | 105        |
| 5.4.1        | 网络载体的优势与不足.....       | 105        |
| 5.4.2        | 磁卡和条形码 ID 卡.....      | 105        |
| 5.4.3        | 二维条码.....             | 106        |
| 5.4.4        | 智能 IC 卡.....          | 107        |
| 5.4.5        | 指纹处理卡.....            | 107        |
| 5.5          | 技术开放度.....            | 108        |
| 5.5.1        | 支持多种输入输出手段.....       | 108        |
| 5.5.2        | 齐全的算法函数库.....         | 109        |
| 5.5.3        | 支持多种系统平台.....         | 109        |
| 5.6          | 如何合理地选择指纹设备.....      | 110        |
| 5.6.1        | 适用范围.....             | 110        |
| 5.6.2        | 选择 FAR、FRR 的侧重点.....  | 110        |
| 5.6.3        | 速度与效率.....            | 110        |
| 5.6.4        | 安全性与易用性.....          | 111        |
| <b>第 6 章</b> | <b>指纹应用的常见问题.....</b> | <b>113</b> |
| 6.1          | 操作问题与对策.....          | 113        |
| 6.1.1        | 操作培训.....             | 113        |

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 6.1.2 | 系统规划.....     | 114 |
| 6.1.3 | 使用环境.....     | 115 |
| 6.1.4 | 手指的污染.....    | 115 |
| 6.1.5 | 手指的损伤.....    | 116 |
| 6.1.6 | 重复与拒认.....    | 116 |
| 6.2   | 设备问题与对策.....  | 117 |
| 6.2.1 | 传感器的老化.....   | 117 |
| 6.2.2 | 系统的换代与兼容..... | 118 |
| 6.2.3 | 系统应急.....     | 119 |
| 6.3   | 安全问题与对策.....  | 120 |
| 6.3.1 | 数据安全.....     | 120 |
| 6.3.2 | 系统安全.....     | 120 |
| 6.3.3 | 设备安全.....     | 121 |

## 第 7 章 指纹应用的有关技巧..... 123

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 7.1   | 巧用生物识别参数.....           | 123 |
| 7.1.1 | 惟一性扫描.....              | 123 |
| 7.1.2 | 最佳阈值法.....              | 124 |
| 7.1.3 | 动态阈值法.....              | 124 |
| 7.1.4 | 组合匹配.....               | 125 |
| 7.2   | 操作界面技巧.....             | 125 |
| 7.2.1 | 操作反馈法.....              | 125 |
| 7.2.2 | 参数反馈法.....              | 127 |
| 7.2.3 | 指纹图像质量的快速判定.....        | 127 |
| 7.2.4 | 指纹残留及其解决方法.....         | 128 |
| 7.3   | 系统识别速度的改进与优化.....       | 130 |
| 7.3.1 | 巧用内存缓冲.....             | 130 |
| 7.3.2 | 动态排序法与概率排序法.....        | 131 |
| 7.3.3 | 动态图幅法.....              | 131 |
| 7.3.4 | 特征分组匹配法.....            | 132 |
| 7.3.5 | 动态分组匹配法.....            | 133 |
| 7.3.6 | 巧用反应延时与心理错觉.....        | 134 |
| 7.4   | 系统识别精度的改进与优化.....       | 135 |
| 7.4.1 | 偏移限制法.....              | 135 |
| 7.4.2 | 指节屏蔽法.....              | 135 |
| 7.4.3 | 多指匹配法.....              | 136 |
| 7.5   | 非 Windows 操作平台下的应用..... | 137 |
| 7.5.1 | 采集设备的选用特点.....          | 137 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 7.5.2 指纹算法选择与系统架构.....          | 138        |
| <b>第 8 章 指纹应用实例.....</b>        | <b>139</b> |
| 8.1 指纹暂住证应用.....                | 139        |
| 8.1.1 系统规划中的问题与对策.....          | 139        |
| 8.1.2 系统运行流程.....               | 141        |
| 8.1.3 信息传送的对策.....              | 142        |
| 8.1.4 采集点的部署与环境要求.....          | 143        |
| 8.1.5 采集信息准确性的检查.....           | 145        |
| 8.2 验证服务器的应用.....               | 146        |
| 8.2.1 指纹验证服务器概述.....            | 147        |
| 8.2.2 总体功能介绍.....               | 148        |
| 8.3 嵌入式指纹识别模块.....              | 149        |
| 8.3.1 特点和应用领域.....              | 149        |
| 8.3.2 控制命令集.....                | 152        |
| 8.3.3 应用技巧.....                 | 155        |
| <b>第 9 章 国内外部分指纹识别产品介绍.....</b> | <b>157</b> |
| 9.1 指纹传感器类.....                 | 157        |
| 9.1.1 AFS 系列电场式指纹传感器.....       | 157        |
| 9.1.2 AT77C101B 热敏式指纹传感器.....   | 158        |
| 9.1.3 BLP-100 压敏式指纹传感器.....     | 159        |
| 9.1.4 FDU02 光电式指纹传感器.....       | 160        |
| 9.1.5 MBF200 电容式指纹传感器.....      | 161        |
| 9.1.6 MBF300 电容式指纹传感器.....      | 163        |
| 9.1.7 TCS1CD 电容式指纹传感器.....      | 165        |
| 9.1.8 元瑞 100 型光电式指纹传感器.....     | 166        |
| 9.2 指纹采集设备类.....                | 167        |
| 9.2.1 AST2100 型指纹采集仪.....       | 167        |
| 9.2.2 Biokey200 指纹采集器.....      | 169        |
| 9.2.3 Biokey300A 指纹采集器.....     | 171        |
| 9.2.4 DSB200/DSC9010 指纹鼠标.....  | 172        |
| 9.2.5 ES3205/3207 指纹采集器.....    | 173        |
| 9.2.6 FPR-361 指纹采集仪.....        | 174        |
| 9.2.7 TCRU1C 指纹采集器.....         | 176        |
| 9.2.8 U.are.U 4000 指纹采集器.....   | 177        |
| 9.2.9 YA202 指纹采集仪.....          | 179        |
| 9.2.10 ZLT-200 指纹鼠标.....        | 180        |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 9.2.11 元瑞 100 指纹采集仪 .....                     | 181 |
| 9.3 指纹采集认证设备类 .....                           | 182 |
| 9.3.1 AST1000 型 PCI 指纹处理卡 .....               | 182 |
| 9.3.2 Biopass 指纹 IC 卡验证终端 .....               | 183 |
| 9.3.3 DPC800 指纹手持 POS 系统 .....                | 185 |
| 9.3.4 Fama2500 指纹认证仪 .....                    | 186 |
| 9.3.5 HD-460 指纹 IC 卡认证终端 .....                | 188 |
| 9.3.6 YA208 指纹认证仪 .....                       | 190 |
| 9.3.7 YA218 手持指纹认证终端 .....                    | 191 |
| 9.4 嵌入式指纹识别模块 .....                           | 192 |
| 9.4.1 FP-DSP 指纹识别模块 .....                     | 193 |
| 9.4.2 MLC900 指纹识别模块 .....                     | 193 |
| 9.4.3 MSP100 指纹识别模块 .....                     | 195 |
| 9.4.4 MRB200 指纹识别模块 .....                     | 196 |
| 9.4.5 SM-2 系列指纹识别模块 .....                     | 197 |
| 9.4.6 SW-FS 指纹识别模块 .....                      | 199 |
| 9.4.7 FDA02 指纹识别模块 .....                      | 200 |
| 9.4.8 TCEBA 指纹识别模块 .....                      | 201 |
| 9.4.9 YA132/135 指纹识别模块 .....                  | 203 |
| 9.5 指纹门锁和门禁控制器类 .....                         | 204 |
| 9.5.1 ES2000 指纹门禁 .....                       | 204 |
| 9.5.2 FAC-200A 指纹门禁控制器 .....                  | 207 |
| 9.5.3 iGuard FPS110 指纹门禁 .....                | 209 |
| 9.5.4 QS-3000 网络指纹门禁 .....                    | 211 |
| 9.5.5 SW-FC6100/F200 指纹门禁控制器 .....            | 213 |
| 9.5.6 SW-FCA6100/F700 指纹考勤门禁控制器 .....         | 215 |
| 9.5.7 门神 100 无线指纹门禁 .....                     | 217 |
| 9.5.8 LA8-FS 指纹密码门锁 .....                     | 218 |
| 9.5.9 M28 型家用指纹门锁 .....                       | 219 |
| 9.5.10 黑贝 200 指纹门锁 .....                      | 220 |
| 9.5.11 黑贝 210 指纹门锁 .....                      | 221 |
| 9.5.12 777DFRB6000 指纹门锁 .....                 | 222 |
| 9.5.13 金刚 350/360 系列指纹保险柜 .....               | 224 |
| 9.6 指纹考勤设备类 .....                             | 225 |
| 9.6.1 BioClockIII 指纹考勤门禁机 .....               | 225 |
| 9.6.2 QX-700P/700C/QX-K07C1/K07P2 指纹考勤机 ..... | 226 |
| 9.6.3 SW-FA6101/6103 指纹考勤机 .....              | 228 |
| 9.6.4 TS1000 指纹考勤机 .....                      | 230 |
| 9.6.5 TE2100 pro 指纹考勤机 .....                  | 233 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 9.6.6 TS-BT 指纹考勤机.....                | 235        |
| 9.6.7 ZLT-M02 脱机式指纹考勤机.....           | 237        |
| 9.7 指纹算法软件类.....                      | 238        |
| 9.7.1 BIOKEY 指纹识别算法 SDK.....          | 238        |
| 9.7.2 Fingerpass 指纹识别算法 SDK .....     | 239        |
| 9.7.3 TOUCHSEC 指纹识别算法 SDK.....        | 240        |
| 9.8 指纹应用软件类.....                      | 240        |
| 9.8.1 eBioGuardPC 指纹卫士 .....          | 241        |
| 9.8.2 eBioSign 数字签名器.....             | 241        |
| 9.8.3 FingerPass 登录系统 .....           | 243        |
| 9.8.4 SecuDisk™ 指纹磁盘加密软件 .....        | 243        |
| 9.8.5 U.are.U Online 网络信息安全软件.....    | 244        |
| 9.8.6 U.are.U Personal 个人信息安全软件 ..... | 245        |
| 9.8.7 U.are.U Pro 企业信息安全软件 .....      | 246        |
| <b>参考文献 .....</b>                     | <b>247</b> |

# 第1章 概述

指纹识别是生物特征识别领域中最成熟的一门应用技术，具有悠久的历史。长期以来，指纹识别技术主要应用于刑事侦查与司法鉴定领域，不被大多数的人所了解，常常给人一种神秘的感觉。计算机与信息处理技术的飞速发展，为这门历史悠久的应用技术开拓了更为广阔的市场，指纹识别技术及相关产品正越来越多地应用于民用市场，走进人们的日常生活。本章将从生物特征识别技术入手，对民用指纹识别技术进行简单介绍，使读者对其有个初步的认识。

## 1.1 生物特征识别的含义

人们在社会交往的过程中，往往需要进行身份认证。常见的各种身份认证手段如钥匙、密码口令、证件和 IC 卡等，都是通过以“物”认人的方式，间接地实现对相关物件持有人的身份确认。这种方法精确性很低，安全漏洞较大。现实生活中各种伪造证件和信物的例子屡见不鲜，密码被破译或盗用也时常发生。为了防范这类事件的发生，人们需要一种直接认人的身份认证手段，这就是“人体生物特征识别技术”。它根据每个人自身所具有的生物特征来对每个人的真实身份进行鉴别。这些生物特征大都具有“人各有异”、“终生不变”和“随身携带”的特点，确保了认证结果的精确性和可靠性。

迄今为止，通过现代的科学技术手段，被人们所发现的同时兼具“人各有异”、“终生不变”和“随身携带”这 3 个特点的人体生物特征主要有指纹、虹膜、人体细胞的遗传基因（DNA 结构）等。此外，还有一些虽然不能完全具备上述 3 个特点，但是尚能在一段时间内具有“人各有异”特点的生物特征，如面容、掌纹、声音、行为动作（如签名、击键方式）等。因此，利用人体特有的生物特征，如指纹、声音、行为等进行身份识别已成为目前研究的热点，并发展成为一种被称为“生物检测学”（Biometrics）的专门学科，其相关的技术也被称为“生物特征识别技术”，而实现该项功能的计算机系统则被称为“生物识别系统”。

典型的生物识别系统的系统结构如图 1-1 所示。该系统可分为登记子模块和识别子模块两大部分。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提取模块提取出特征的有效表示，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。

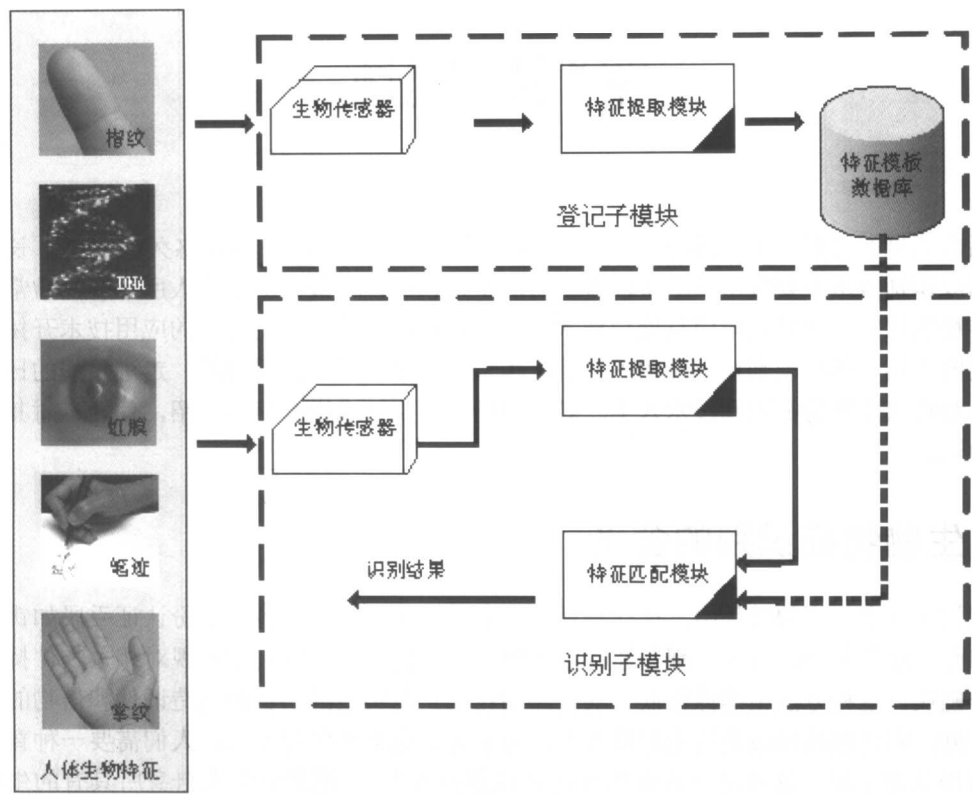


图1-1 生物识别系统结构框图

生物检测技术根据所采用的生物特征类型的不同而分为多种，下面简要介绍。

### 1.1.1 指纹识别

指纹识别技术是目前生物检测学中研究最深入，应用最广泛，发展最成熟的技术。人们利用指纹进行身份辨别已有几个世纪的历史。

近年来，随着传感技术的发展，基于指纹识别系统的实现成本在许多应用中已能够被接受，广泛的应用已开始成为现实。

指纹识别主要是根据人体指纹的纹路、细节特征等信息对操作或被操作者进行身份鉴定。当今的指纹识别技术无论是在应用规模、技术成熟度，还是市场占有率方面，在整个生物识别技术领域均处于主导地位。关于指纹识别的具体情况与相关的技术细节，将在后面的章节详细论述。

指纹识别技术具有以下特点：

- 指纹可以提供独一无二的个体特征，并且特征的精确度和复杂度足以满足高准确的鉴别需要。
- 选择多样性，每个人可以选择多达 10 枚以上的指纹，若加上它们之间的各种

组合, 则可有更多的选择。

- 指纹具有良好的稳定性, 且读取可靠, 可在相当长的时间内维持不变。
- 指纹的采集方式属于非损伤性和非敏感性的采集, 易于为被操作者接受。
- 指纹采集的速度很快, 使用方便。
- 指纹采集设备较为简单, 容易小型化, 并且价格较低廉。
- 存在着极少数人因手指受伤的外界因素, 导致其指纹难以提取。

长期以来, 指纹识别技术大量被应用于司法和刑事侦察, 这使人们往往把指纹识别技术与刑事侦察和犯罪联系在一起, 带有一些抗拒的心理, 直接影响到指纹识别应用系统的可接受性, 对指纹识别在日常生活中的应用推广产生了心理上的负面影响。这也是目前指纹识别技术应用中所存在的一个问题。

### 1.1.2 人脸识别

人脸识别技术是生物检测学中应用较为广泛的技术之一。与其他生物识别技术相比, 人脸识别技术的可接受性强, 人们通常不会介意将面孔作为识别特征。人脸识别技术通常基于以下方法来实现。

- (1) 对面部的外观特征进行分析。如分析眼、眉毛、鼻、耳廓、嘴唇和下巴等的形状, 尺寸, 位置和它们相互间对应的平面或立体空间关系等。该类外观特征的直观性较好, 具有较高的惟一性。但在一定程度上受光线、角度、人的表情等因素的影响。
- (2) 对人脸图像进行全局分析, 将人脸图像划分许多标准脸谱类型, 再将关键部位分解成多种局部脸谱元素来进行描述。
- (3) 对人脸热谱图像即人脸的红外光谱图像中的特征进行分析。人体面部各个部位的骨骼与肌肉组织的温度不同, 向外界散发出来的红外光谱也不同。该图谱具有个人惟一性, 不受外界光照度的影响, 并且不易通过化妆来遮盖及伪造, 但受人的情绪、运动状态、体温等因素的影响较大。
- (4) 理想的人脸识别系统应能自动完成以下几方面工作。
  - 能够在复杂背景下检测出图像中是否含有人脸对象。
  - 能够准确无误地提取和分割出图像中的人脸对象。
  - 能够在不同角度、不同光照、不同距离下对不同表情及化妆的人脸进行准确识别。

尽管已经有一些有关人脸识别技术的实用产品, 但目前的人脸识别系统对采集到的人脸图像仍有一定的限制, 如背景、光照、表情等, 其大范围的识别正确率最高只在 99% 左右。因此, 人脸识别技术主要适合应用于一些使用者为配合型的应用场合, 在抗拒型人群以及完全无人工干预的场合, 其使用效果仍不尽人意。

### 1.1.3 手形识别

手(指、掌)形识别技术是基于人手特征(如手的形状、长度, 手指长度, 指节纹等)

的检测技术。这种技术简单，易于使用，设备价格低廉，可接受性强，并且不受环境的影响。该技术的主要不足是手形生理特征的永久性不强。特别是儿童时期，其特征可能会随个体的成长而有所变化，较难达到高的准确度，特别是对大量人群作识别时，重合率较高。此外，采集器的尺寸过大也限制了手形识别技术的应用。

### 1.1.4 视网膜与虹膜识别

早在 1978 年人们就发现人类视网膜上的静脉血管分布具有很好的惟一性和永久不变性。视网膜图像的采集，通常通过一个光耦合器，利用低强度的可见光或红外光对视网膜扫描来完成。采集过程中需要被采集者注视目镜视野中事先指定的某一点。与视网膜识别相类似的技术是虹膜识别。瞳孔和巩膜间的环形区域被称为虹膜，它具有复杂的纹理结构信息，具有很好的惟一性和永久性，较视网膜更容易成像。作为一种新兴的生物识别技术，虹膜识别技术表现出了非常好的发展前景。

视网膜与虹膜识别设备采集时对被采集者的影响较大，需要被采集者的配合程度较高，因而其可接受性受到一定的影响。但视网膜与虹膜识别技术的防伪性能很高，即使是手术也很难破坏其纹理结构信息。该技术是目前被认为较准确的生物识别技术之一，通常被应用于高保密的环境。视网膜与虹膜识别的另一个不足之处是采集设备过于昂贵。

### 1.1.5 笔迹识别

每个人的笔迹具有很强的惟一性。利用笔迹鉴定身份在日常生活中已获得普遍应用，如信用卡交易等。因此，该项技术具有很好的可接受性。由于每个人的笔迹受个体的身体状况和情绪的影响，目前研制出的笔迹识别系统，其准确度在较小识别范围内较好，但在大范围识别情形中，仍难以获得足够高的准确度。

笔迹识别系统通常有静态和动态两种。静态系统仅利用笔迹的几何形状特征进行识别，动态系统同时利用几何形状特征和运动特征（如书写时的加速度、速度、运动轨迹等）进行识别。运动特征具有较强的防伪性，因为运动特征无法从写好的笔迹中获得。

### 1.1.6 语音识别

每个人的语音特征由各个发音器官的形状等因素决定。尽管每个人的语音不同，但其差异的显著性还不足以使语音识别技术获得较高的准确度。通常语音识别系统有文字相关和文字无关两种。前者基于对预定的文字发音进行识别。其特点是易于实现，但是也容易模仿，防伪性差。后者则不限定文字，比前者实现困难，但防伪性较好。语音特征的可接受性较好，但受环境噪音、说话者身体状态和情绪影响较大。此外，由于某些人具有较高的语音模仿能力，因此语音识别的防伪性总体不高。

### 1.1.7 DNA 基因识别

每个人都具有自身特有的遗传基因，它存在于人类细胞的细胞核中的 DNA（脱氧核糖