

人体虹膜图像信息 处理与识别技术

王立君 徐中宇 孙秋成 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

人体虹膜图像信息处理 与识别技术

王立君 徐中宇 孙秋成 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍人体虹膜图像信息处理技术的基本理论和方法,首先介绍了生物特征识别技术的基本概念和方法,然后介绍了虹膜识别系统的处理流程,最后介绍了虹膜识别系统中各个阶段的算法和原理实现,并给出算法仿真实验及结果分析。本书内容主要包括:绪论、虹膜身份识别系统概述、虹膜图像预处理、虹膜特征提取与编码、模式匹配及分类器设计、基于奇异值分解和隐马尔可夫模型的虹膜识别方法、复合生物特征识别技术。

本书可作为高等学校计算机科学与技术、电气与电子信息类专业高年级本科生、研究生和研究人员的科研用书,也可作为信息安全、生物识别系统、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。

图书在版编目(CIP)数据

人体虹膜图像信息处理与识别技术 / 王立君, 徐中字, 孙秋成著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014.6
ISBN 978-7-5170-2099-8

I. ①人… II. ①王… ②徐… ③孙… III. ①虹膜—
图象信息处理系统—研究②虹膜—图象识别—研究 IV.
①R322.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第117973号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 杨元泓 加工编辑: 孙丹 封面设计: 李佳

书 名	人体虹膜图像信息处理与识别技术
作 者	王立君 徐中字 孙秋成 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 8.75印张 156千字
版 次	2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

生物认证技术是根据人体生理和行为特征来识别或验证一个有生命的人的自动方法。独特性和稳定性这两个特征使得虹膜成为一种极好的生物特征，从而提供了一种最准确的生物认证方法。

本书在作者将近十年的研究基础上，总结了之前的一些研究成果和国内、国际在相关领域发表的论文资料，全面概括了虹膜识别的一些新方法，重点研究了虹膜定位、虹膜特征提取、模式匹配等方面的内容，并对虹膜识别领域的研究重点和难点提出了一些新的思想与算法。

本书首先介绍了生物特征识别技术的基本概念和方法，然后介绍了虹膜识别系统的处理流程，最后介绍了虹膜识别系统中各个阶段的算法和原理实现，并给出算法仿真实验及结果分析。本书内容主要包括：绪论、虹膜身份识别系统概述、虹膜图像的预处理、虹膜特征提取与编码、模式匹配及分类器设计、基于奇异值分解和隐马尔可夫模型的虹膜识别方法、复合生物特征识别技术。

本书的研究结果丰富了虹膜识别的方法，在虹膜定位、虹膜特征提取与编码以及分类器设计等方面的研究具有一定的理论意义。实验证明，本书提出的算法有各自的特点，并具有一定的应用价值。

本书的完成是作者与课题组老师及其学生们多年努力的结果，冯丽丽、廉晓丽、徐太征、姚琦等在资料收集与整理、算法研究与仿真实验等方面都做了大量的工作，在此向他们表示深深的谢意。

由于本人水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2014年4月

目 录

前言	
第一章 绪论	1
1.1 生物认证概述	1
1.1.1 生物认证技术简介	1
1.1.2 生物认证的优点	2
1.1.3 生物认证的特征和分类	3
1.1.4 生物认证系统的处理流程	4
1.1.5 生物认证的发展状况	5
1.2 虹膜识别	7
1.2.1 虹膜的结构与生物特征	7
1.2.2 虹膜识别系统的性能指标	8
1.2.3 虹膜识别的实用价值	9
1.3 本书的组织结构	10
第二章 虹膜身份识别系统概述	12
2.1 模式识别简介	12
2.2 虹膜识别系统的工作流程	13
2.2.1 虹膜图像获取	14
2.2.2 虹膜图像预处理	15
2.2.3 虹膜图像的特征提取	16
2.2.4 虹膜图像的模式匹配及分类器设计	17
2.3 虹膜识别系统的研究现状	17
2.4 小结	18
第三章 虹膜图像预处理	19
3.1 预备知识	19
3.1.1 灰度直方图	19
3.1.2 边缘检测算子	20
3.1.3 Hough 变换	21
3.2 虹膜定位算法概述	22
3.2.1 Daugman 的虹膜定位算法	23
3.2.2 Wildes 的虹膜定位算法	24
3.2.3 中科院自动化所王蕴红、谭铁牛等的虹膜定位算法	26

3.2.4	常用虹膜定位算法比较	27
3.3	基于统计原理的虹膜定位算法	28
3.3.1	瞳孔圆心与半径的定位	28
3.3.2	基于统计原理的边缘检测阈值分析方法	30
3.3.3	虹膜外边界的定位	32
3.4	基于水平集方法的虹膜定位算法	33
3.4.1	内边缘定位算法	33
3.4.2	外边缘定位算法	36
3.5	虹膜图像的噪声处理	42
3.5.1	眼睑噪声处理	43
3.5.2	眼睫毛噪声处理	44
3.5.3	光斑噪声处理	45
3.6	虹膜图像的归一化	45
3.7	虹膜图像的增强	47
3.8	小结	48
第四章	虹膜特征提取与编码	49
4.1	预备知识	49
4.1.1	小波分析简介	49
4.1.2	多分辨分析	49
4.1.3	有限正交小波基	53
4.1.4	具有有限支集的规范正交小波基的刻画	54
4.2	基于复值二维 Gabor 变换的虹膜纹理相位编码	55
4.2.1	二维 Gabor 变换	55
4.2.2	虹膜纹理相位编码	56
4.3	基于二维小波变换的特征提取	57
4.3.1	小波变换	57
4.3.2	Daubechies 小波滤波系数	58
4.3.3	离散小波变换	59
4.3.4	二维 DWT	60
4.3.5	积分图像	61
4.3.6	编码	62
4.4	基于零谱矩滤波器的特征提取	63
4.4.1	零谱矩滤波器	63
4.4.2	低通平衡式零谱矩滤波器	64
4.4.3	基于 LSZSMF 的虹膜特征提取与编码	65

4.5	一种一维信号的特征提取方法	66
4.5.1	局部纹理图像	66
4.5.2	一维虹膜特征提取与编码	68
4.6	虹膜图像注册	68
4.7	小结	69
第五章	模式匹配及分类器设计	71
5.1	模式匹配的一些基本问题	71
5.2	最小距离分类器	71
5.3	海明距离	73
5.3.1	分类器设计	73
5.3.2	阈值分析	74
5.3.3	Daugman 虹膜识别系统的速度性能总结	75
5.4	方差倒数加权欧氏距离	76
5.4.1	分类器设计	76
5.4.2	实验结果及分析	77
5.5	基于 SIDASAM 的虹膜分类方法	78
5.5.1	熵函数	78
5.5.2	相对熵与判别熵	80
5.5.3	SIDASAM 方法	80
5.5.4	实验结果分析	82
5.6	识别速度比较	83
5.7	小结	83
第六章	基于奇异值分解和隐马尔可夫模型的虹膜识别方法	85
6.1	奇异值分解定理	85
6.2	奇异值向量作为观察向量的优点	85
6.3	虹膜奇异值特征向量提取	87
6.4	奇异值观察向量数值化	88
6.5	隐马尔可夫模型的发展概况	89
6.6	隐马尔可夫模型理论基础	90
6.6.1	隐马尔可夫模型的定义	90
6.6.2	隐马尔可夫模型三个基本问题	91
6.6.3	隐马尔可夫模型的算法	92
6.7	基于 HMM 的虹膜图像识别系统	95
6.7.1	HMM 模型评价	96
6.7.2	HMM 模型训练	97

6.7.3	基于多观测值序列的模型参数重估算法.....	97
6.8	模型参数的选择及初始化.....	101
6.8.1	隐马尔可夫模型的类型.....	101
6.8.2	隐马尔可夫的拓扑结构.....	101
6.8.3	隐马尔可夫模型参数的确定.....	102
6.8.4	隐马尔可夫模型参数的初始化.....	103
6.9	基于隐马尔可夫模型的识别决策方法.....	104
6.10	实验结果.....	104
第七章	复合生物特征识别技术.....	105
7.1	概述.....	105
7.2	复合生物特征识别技术的研究概况.....	106
7.2.1	国外复合生物特征识别技术研究状况.....	106
7.2.2	国内复合生物特征识别技术研究状况.....	107
7.3	复合生物特征识别技术的算法介绍.....	107
7.3.1	复合生物特征识别技术.....	107
7.3.2	数据融合算法.....	109
7.4	人脸与虹膜识别.....	111
7.4.1	人脸识别.....	112
7.4.2	人脸检测与定位.....	112
7.4.3	人脸特征提取.....	114
7.5	人脸和虹膜特征融合系统.....	115
7.6	Fisher 判别和多数投票法融合.....	118
7.6.1	Fisher 判别.....	118
7.6.2	多数投票法确定 Fisher 判别结果.....	119
7.7	融合算法实验.....	120
7.8	实验结果分析.....	123
7.9	小结.....	123
参考文献	125

第一章 绪论

1.1 生物认证概述

1.1.1 生物认证技术简介

目前，人们处于一个高度信息化的社会，在日常生活中，我们经常需要验证自己或者其他人的身份，或者去确认某个人是谁。可靠的身份能使我们的生活避免麻烦。例如，从普通老百姓中区分出好市民和犯罪分子有助于公共安全。可靠的身份使得参与者对自己的行为更加负责，还使得金融和商业交易更加安全和有效，而这一切都涉及到身份认证。

我们可以设想一下，现在一出家门，就要带着家里的、单位的、保险柜的等一大串钥匙，口袋里揣着身份证、工作证、驾驶证、信用卡等一大把证件，脑袋里还要记着一大堆密码。丢了一样、忘了一样或被盗用，麻烦可就来了，甚至会对自己造成巨大的损失。信息安全已成为人们面临的一个迫切的问题。传统的密码几乎全都是一些简单的数字组合，这样既不便于记忆又有被别人破解的可能。而一些大型的企业和机构需要的安全级别就更高了，这种简单数字或是数字加字母的随意组合不但可能被破解，同时也容易被窃取或是泄露出去，这种安全措施是远远不能满足需要的。这一切实际上都是人们已经习惯的传统的身份认证方式越来越不适应社会的发展所造成的。

以信息化、数字化、网络化为社会发展对国家以及社会生活的安全性提出了全新的要求，在这种环境下，传统的安全技术呈现出无法解决的重大缺陷。社会迫切需要一种方便、有效、安全的身份认证技术，而生物认证（Biometric）技术正是解决信息化、数字化、网络化社会安全问题的重要办法。

那么，何谓生物认证？简而言之，就是以人类身上天生拥有的生物特征来辨识或验证使用者个人的身份。依使用目的的不同，生物认证可分为两大类：身份辨认（Identification 或 Recognition）和身份验证（Verification）。身份辨认是从众人中辨识出使用者的身份，也就是问“我是谁？”（Who am I?）；而身份验证是用来鉴定处理对象所宣称身份的真实性，也就是判断“我就是我所宣称那个人”的

真伪 (Am I who I claim I am ?)。人体生物认证技术 (或称生物测定技术) 是使用人体本身所固有的生理特征 (如指纹、虹膜、相貌等) 以及行为特征 (如书写、声音等), 通过图像处理和模式识别的方法来自动地鉴别个人身份的技术。人体的生物特征都是出生之后就具有的, 先天就形成的, 主要包括声音、指纹、掌纹、虹膜、眼底、相貌、DNA、签名和笔迹、步态等。生物认证的技术核心在于如何获取这些生物特征, 并将其转换为数字信息, 存储于计算机中, 利用可靠的匹配算法来完成验证与识别个人身份。

1.1.2 生物认证的优点

由于人体生物特征具有“人各有异、终生不变、随身携带”三个特点, 具有稳定、便捷、不易伪造等优点。因此以人体生物特征为基础发展起来的生物认证技术具有以下几个方面的优点:

- 验证的方便性: 与使用钥匙、卡片或者个人身份号码相比, 简单快速的生物认证验证使系统更容易进行身份验证。使用生物认证技术就不用担心丢失钥匙和遗忘密码等问题, 因为人体本身就是标识。这种“私人的”标识都是相对稳定和持久的。另外, 生物认证技术也给信息技术 (IT) 和管理用户身份资料的组织提供了更大的方便。它可以使不断更换各类证书成为历史, 无须再重新设置个人身份号码。
- 验证的要求越来越严格: 密码和个人身份号码都可以被轻易盗取, 生物认证则可以减少这种风险, 也就是降低“敌人”能够出示合适的身份证明后获准进入的可能性。现在, 从安全出发, 对逻辑的 (电脑) 和实体的进入要求越来越严格, 生物认证提供了一种很好的方法, 可以克服身份证明的盗取或丢失。
- 低廉的价格: 多年来, 硬件和软件技术的进步使得生物认证和验证的价格降到了能够被市场承受的水平。另外, 计算能力、网络和数据库系统性能的提高, 也使得生物认证系统能应用于大范围的地域和网络中。
- 与日俱增的政府和业界用户: 今天, 生物认证拥有数量众多的公共和私人用户。2001年9月11日的恐怖袭击事件之后, 普遍增长的公共安全意识也使生物认证更受青睐。更多的制造商给电脑设备和其他产品提供了生物认证功能。许多公司提供生物认证功能的选择, 并在他们的产品中加入生物认证传感器和匹配功能。例如, 在键盘、鼠标和笔记本电脑中都可以插入指纹传感器, 而且, 第二代传感器还具有更强的“即插即用”功能。

1.1.3 生物认证的特征和分类

有很多因素会影响生物认证的发展，其中最关键的是健壮性和独特性。健壮性（Robustness）指的是某种生物特征能够在相当长的时间内反复表现出来，并让生物认证系统成功进行自动测量的性质。健壮性和这种生物特征的持久、稳定有关（虹膜比语音更健壮）。独特性（Distinctiveness）指的是某种生物特征在人与人之间存在足够大的差异，并且这种差异能够被测量出来（指纹比掌形和手指形状更独特）。

从某种程度上讲，所有的生物特征都包括遗传、表现和行为三种因素。

- 遗传因素：这种天生的特征（比如发色和虹膜颜色）是从双亲获得的。从理论上讲，一些遗传因素（比如脸型结构）是很难改变的，所以这类特征具有很好的独特性。
- 表现因素：这类特征在胚胎发育的早期形成，并且会发展成独特的结果。我们可以把这类因素看成在遗传规定范围内的随机小扰动，表现因素使某种生物特征在一般人群中呈现出更大的差异，比如虹膜的模式和血管的分布。
- 行为因素：这类后天学习的行为会表现出不同习惯带来的不同后果（如在手写和讲话中）。从理论上讲，行为是可以改变和重新学习的，但是一般人的行为模式在成年后就很难改变了，即使是有意识地使用特殊的和持久的方法。

例如，一个人将手指按到生物认证仪器上的方式和他注视摄像头的方式是属于行为因素，而指纹和掌形本身是属于遗传因素。一般来讲，很多商业化或者主流的生物认证系统都把遗传因素作为生物特征测量的标准。

生物认证技术按照人体的生物特征可以分为指纹识别、掌形识别、人脸识别、虹膜识别、视网膜识别、语音识别、签名识别和击键动力学。另外，还有很多发展中的生物认证技术，包括静脉图案、脸部热成像、DNA、汗毛孔、握手、甲底、身体气味、耳朵、步态、皮肤光泽、脑电波图形以及脚印和足部动作。

以上描述的几种生物特征识别技术的比较可以通过表 1-1 表现出来。

通过对各种生物特征识别技术的介绍和比较可知，每种生物特征识别技术都有其优缺点，没有哪一种是万能的。在实际应用中选择何种生物特征进行身份识别，需要考虑选择的特征是否具有普遍性、唯一性、稳定性、可定量测量等。此外，作为一个实用的系统还要考虑其他方面的问题，如性能要求，所选择的生物识别方式能够达到多高的识别率对资源的要求，识别的效率如何以及可接受性，

使用者在多大程度上愿意接受所选择的生物特征识别系统安全性能，系统是否能够防止被攻击是否具有相关的、可信的研究背景作为技术支持提取的特征容量、特征模板是否占有较小的存储空间、价格是否为用户所接受、是否具有较高的注册和识别速度、是否具有非侵犯性等，这些问题都是应用时需要考虑的。没有一种生物特征能够完全兼顾各种性能指标，达到完美无缺，不同生物特征的身份鉴别系统各有优缺点和适用范围。

表 1-1 几种生物特征识别技术的性能比较

生物特征	各种性能						
	普遍性	准确性	唯一性	稳定性	采集性	仿伪性	接受度
指纹	中	高	高	高	中	高	中
人脸	高	低	低	中	高	低	高
语音	中	低	低	低	中	低	高
签名	低	低	低	低	高	低	高
视网膜	高	高	高	中	低	高	低
虹膜	高	高	高	高	中	高	低

1.1.4 生物认证系统的处理流程

基于生物特征的识别利用计算机技术很容易实现身份自动识别，虽然不同的生物特征识别系统的工作原理和工作方式千差万别，但是它们的基本结构是相似的，如图 1.1 所示。

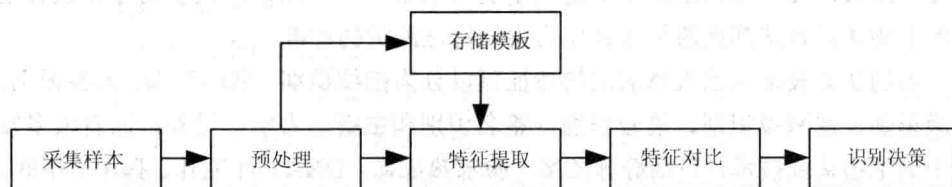


图 1.1 生物特征识别系统基本结构

首先是从独立个体采集生物样本，这些样本可以是虹膜图像、指纹图像、人脸图像，声音的数字化描述、步态时序图像等，接着是进行预处理，主要进行特征区域定位或者去噪处理，然后进行特征提取，并将提取的特征与数据库存储的身份特征进行比对，最后输出比对结果，做出身份判断。

一个典型的生物特征识别系统如图 1.2 所示，逻辑上包括两个模块：注册模

块（登录模式）和识别模块（认证模式）。

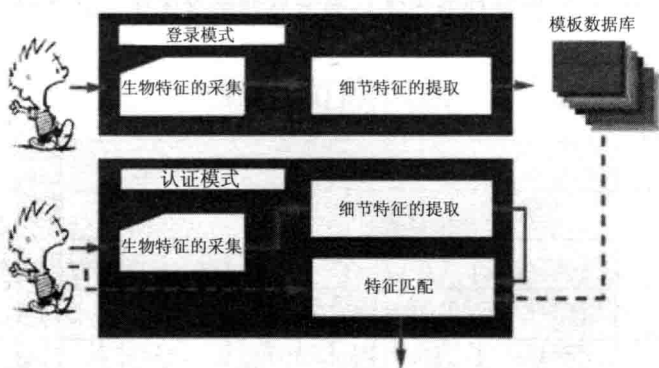


图 1.2 典型的生物特征识别系统

在注册模块中首先登记用户的姓名，通过生物特征识别传感器得到用户的生物特征数据，然后从获取的数据中提取出用户的特征模式，创建用户特征模板，存储在数据库中。

在识别模块中，开始同注册过程一样，获取用户的生物特征数据，提取特征模式，然后与事先注册在数据库中的特征模板进行匹配，从而检验用户的身份。对于识别来说，则是要寻找一个或者多个符合要求的解；而对于认证来说，只需要判定认证的模式和事先已知的特定注册用户的模板是否符合以及在多大程度上符合。在基于生物特征的身份认证领域，身份信息全部是以数字形式存储于数据库或者智能卡中，鉴别身份时，能够对持有者的合法性进行验证。

1.1.5 生物认证的发展状况

生物识别目前在全球的市场发展是比较喜人的，在各种报刊、网站上可以经常看到其大规模应用的新闻。美国已经签署了电子签名法案，法案的签署促使美国各大高技术公司加紧开发保证电子签名安全的技术，这主要包括验证个人身份的加密数字化装置和附加在计算机上的指纹或虹膜识别设施等。生物特征识别作为新兴的身份鉴别技术，有其不可替代的优越性。可能的风险与机会主要来自政策的导向，从目前的局势看，尤其是“9·11”以后，它将是国际上目前十大最具前景的高新技术之一。

到目前为止，美国基于生物特征的身份认证产业规模已经达到数十亿美元。其他一些国家，如欧盟、澳大利亚、日本、韩国、南非等采用法律规定的方式使用生物识别技术。总体上来说，生物识别技术已经进入了实际的政府和商业应

用,其主要应用领域包括重要公共场所、车站、机场旅客控制、政府部门、门禁和考勤、法律执行、消费者管理系统、金融管理服务系统、计算机登录管理、医疗保健系统等。

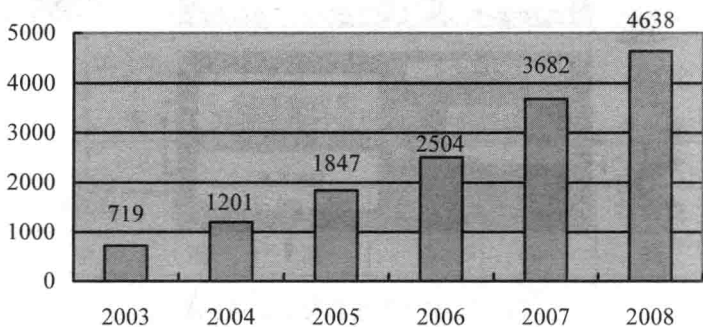


图 1.3 2002~2007 年全球生物识别市场增长预测 (IBG) (百亿美元)

据美国 IBG (International Biometric Group) 日前发布的对生物认证市场的预测和分析显示,到 2008 年,生物认证市场将从 2003 年的 7 亿美元规模迅速增长到 46.4 亿美元 (见图 1.3)。

我国对于生物识别技术的开发应用也十分重视。2000 年 7 月,国家 863 计划智能计算机系统主题专家组和中国科学院自动化研究所模式识别国家重点实验室在北京组织召开了国内首次身份识别新技术研讨会,开发推广生物识别技术是此次会议讨论的重点。对于国内来说,基于生物特征的身份鉴别也将是国家重点鼓励及发展的关键技术之一。中国生物识别若要进入国家级应用,一方面取决于有关部门的决心,另一方面也取决于国内自主产品的进步状况。目前在一些发达地区,比如上海市,政府的政务网上已经开始使用生物识别技术,社保系统广泛使用指纹、驾驶员学籍指纹考勤、考试指纹准考证等已经得到不少应用。值得一提的是,去年某大型银行一次性在全国各地的金库配备了指纹门禁、掌型门禁系统,公安系统也开始大量应用。中国正成为继美国、日本之后最具潜力的发展中国家,预计未来几年内,生物认证市场收入将达到 300 亿人民币。

在各种生物认证技术的研发过程中,需要各式各样的数字资源库,例如指纹图形库、图形库、虹膜图形库等,而这些信息不但采集困难,而且不同组织之间难以实现资源库的共享;同时,还需要生物认证行业规范以及不同类的产品在比较时提供一个统一的测试环境和权威的评测机构;此外,各个层面的交流沟通不够,学术界、产业世界、政府以及用户之间都存在各自的信息孤岛。为了解决上

述种种可能阻碍生物认证产业发展的问題，中科院自动化所成立了生物特征认证与测评中，同时促成了中国生物特征认证技术产业联盟的成立。

1.2 虹膜识别

在各种不同的生物特征中，虹膜是最健壮、最持久的特征之一。虹膜作为身份识别的特征与其他生物特征相比，具有更多优秀的性质：唯一性、稳定性、可采集性、非侵犯性、防伪性。在生物特征识别中，非侵犯性是身份鉴别研究与应用发展的必然趋势，与人脸、声音等其他非接触式的身份识别方法相比，虹膜识别具有更高准确性。据统计，虹膜识别的错误率是各种生物特征识别中最低的。基于虹膜的身份识别技术逐渐得到学术界和企业界的重视，基于虹膜的识别系统在长时间内将具有更高的准确率。

1.2.1 虹膜的结构与生物特征

什么是虹膜？虹膜有哪些特征适合鉴别身份？

眼球的可见部分俗称眼珠。眼珠的中心是黑色的瞳孔，瞳孔外缘间的环形组织即为虹膜。虹膜不同于视网膜，视网膜位于眼底，难以取像，虹膜可以直接看到，可以用摄像设备获取精细的图像。虹膜是葡萄膜的最前部分，位于晶体前，周边与睫状体相连续，形如圆盘状，中央有一直径为 2.5~4mm 的圆孔，称瞳孔 (pupil)。虹膜表面不平坦，有凹陷的隐窝和辐射状条纹皱褶称为虹膜纹理。距瞳孔边缘约 1.5mm 处，有一环形锯齿状隆起，称为虹膜卷缩轮 (iris frill)，是虹膜小动脉环所在处，由此轮将虹膜分为虹膜瞳孔部和虹膜睫状体部。虹膜的组织结构主要分为两层：一层为虹膜基质层，由疏松结缔组织、血管、神经和色素细胞构成；另一层为色素上皮层，其前面有瞳孔扩大肌，结构见图 1.4。

虹膜用于身份鉴别的生理和医学特征如下：

- 虹膜组织细节丰富；
- 虹膜组织细节的形成与胚胎发生阶段的环境有关，具有极大的随机性；
- 虹膜组织特征在出生后半年至一年半后保持不变；
- 不可能用外科手术改变虹膜特征，更不可能将一个人的虹膜组织特征改变得与某特定对象的特征相同；
- 一般性疾病不会对虹膜组织造成损伤；
- 瞳孔的缩放使虹膜组织具有活体组织的显著特征；
- 虹膜组织具有因人而异的固有特征。即使是同卵双胞胎，也不存在特征

相同的实际可能性，就是同一个人的左右两眼，其细节特征也不相同。

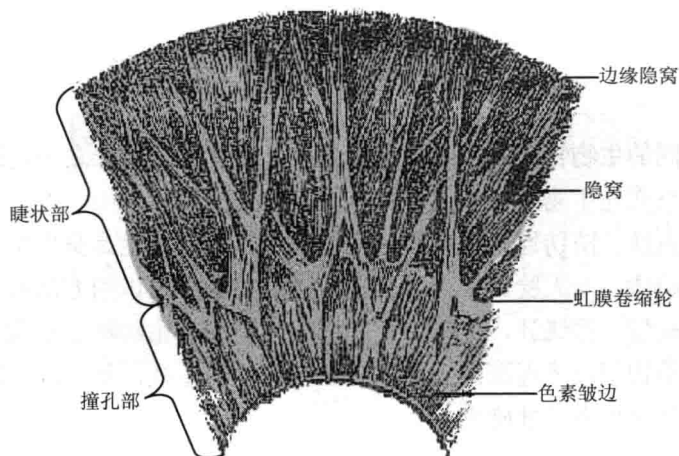


图 1.4 虹膜结构

一些专家指出，世界上某两个指纹相同的概率极其微小，而两个人的眼睛虹膜一模一样的情况也几乎没有。人的虹膜在两到三岁之后就不再发生变化，眼睛瞳孔周围的虹膜具有复杂的结构，能够成为独一无二的标识。组成一个虹膜的可变项达到 260 项，这使得虹膜的结构千奇百怪，几乎不可能重复。

1.2.2 虹膜识别系统的性能指标

虹膜识别系统的性能指标在很大程度上取决于所采用算法性能的好坏。为了便于采用量化的方法表示其性能，人们引入了几个指标来描述系统工作的精确度。在生物识别领域通常把这几个概念作为衡量系统性能的重要指标。

(1) 误拒率

误拒率 (False Rejection Rate, FRR) 又称拒真率，指将相同的虹膜误认为是不同的虹膜，而加以拒绝的出错概率。其定义为：

$$FRR = \frac{\text{误拒的虹膜数目}}{\text{考察的虹膜总数目}} \times 100\%$$

(2) 误识率

误识率 (False Accept Rate, FAR) 又称认假率，指将不同的虹膜误认为是相同的虹膜，而加以接收的出错概率。其定义为：

$$FAR = \frac{\text{误识的虹膜数目}}{\text{考察的虹膜总数目}} \times 100\%$$

(3) 拒登率

拒登率 (Error Registration Rate, ERR) 是用来描述虹膜设备的适应性。ERR 指的是虹膜设备出现不能登录及处理的虹膜的概率, 拒登率 ERR 过高将会严重影响设备的使用范围。

(4) 速度

虹膜识别系统的工作速度主要由采集时间、图像处理时间、比对时间和平均识别速度几项指标构成。采集时间通常包含了采集的操作时间和图像的传输时间; 图像处理时间指的是从计算机处理虹膜图像到提取出所有特征、输出特征模版所耗费的时间; 比对时间指计算机对两组虹膜特征模版进行比对并给出结果所耗费的时间; 平均识别速度指计算机从虹膜特征模版库中搜索出特定虹膜特征模版的速度, 通常是一个统计平均值, 其速度的快慢与虹膜特征模板库的分类方法有很大关系。

(5) 认证和识别

虹膜识别系统有两种典型的工作方式: 认证 (Verification) 和识别 (Identification)。认证是指将现场采集到的待测虹膜样本与标本虹膜特征模版进行“一对一”比对, 得出“是否是同一人”的结论; 而识别则是将现场采集到的待测虹膜样本与虹膜特征数据库中的标本虹膜进行“一对多”的搜索比对, 得出“有无此人”以及“此人是谁”的结论。认证和识别在比对算法的实现上侧重点不同, 设计上也具有不同的技术特点。一般说来, “一对一”认证多用于民用场合, “一对多”的识别主要用于刑侦领域。

1.2.3 虹膜识别的实用价值

历经多年的发展, 虹膜识别技术逐步完善、成熟, 虹膜识别产品的性价比也在不断地提高, 在很多场合都有了应用, 有广阔的市场前景。目前, 国外许多高技术公司正在试图利用虹膜识别技术来取代人们手中的信用卡或密码, 并且已经开始在机场、银行和各种电子设备上进行了实际应用。

现在已有研制成功的虹膜识别系统应用于美国得克萨斯州联合银行的三个营业部门。储户两手空空就可以来银行办理业务。他们在取款机上取钱时, 一台摄像机首先对用户的眼睛进行扫描, 然后将扫描图像转化成数字信息与数据库中的资料进行核对, 以确认用户的身份。一名储户说: “我喜欢这种方法, 因为它更安全, 更方便。”

美国另一家公司设计的“虹膜通行证”已于美国北卡罗来纳州夏洛特道格拉斯国际机场正式启用。它使用最新眼睛虹膜识别技术来管理航空公司和机场职员进出的限制区域, 不仅可以大大减轻机场的身份检验工作, 还可有效保障机场和