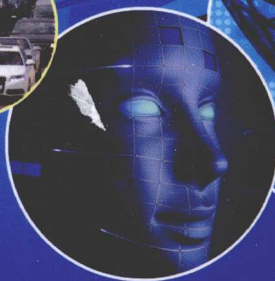
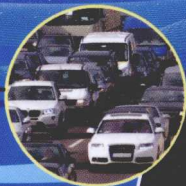


模式识别原理 及工程应用

PATTERN RECOGNITION
AND ENGINEERING APPLICATION

周丽芳 李伟生 黄颖 编著



013043472

0235
31

模式识别原理 及工程应用

PATTERN RECOGNITION
AND ENGINEERING APPLICATION

周丽芳 李伟生 黄颖 编著



北航

C1651904



机械工业出版社
China Machine Press

0235
31

图书在版编目 (CIP) 数据

模式识别原理及工程应用 / 周丽芳, 李伟生, 黄颖编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-111-41863-4

I. 模… II. ①周… ②李… ③黄… III. 模式识别—高等学校—教材 IV. O235

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 055748 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书以模式识别技术为主题, 系统地讨论了模式识别的基本概念和代表性方法, 并通过一定的应用实例, 帮助读者深入地理解理论方法, 系统地掌握模式识别的理论精髓和相关技术。本书所有应用实例均为作者所在研究团队和协作团队开发产品和科研工作的总结, 具有一定前沿性和实用性。在实例中, 也综合了人工智能、模式识别、自动控制、图像处理、生理学、心理学、认知科学等多种学科方法, 具有深远的社会意义。

本书可作为高等院校计算机、电子、通信、自动化等专业研究生和高年级本科生的教材, 也可作为计算机信息处理、自动控制等相关领域的工程技术人员的参考用书。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李 荣

三河市杨庄长鸣印刷装订厂印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

186mm×240mm·13 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-41863-4

定 价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

前 言

近年来,模式识别得到了迅猛发展,不仅取得了丰富的理论成果,而且其应用也已扩展到了文本分类、语音识别、图像识别、视频识别、信息检索与数据挖掘等领域,因而越来越多的人认识到模式识别技术的重要性。但是,目前市场上的模式识别书籍参差不齐,部分图书存在内容滞后、重知识轻应用、过于抽象等缺陷。因此,有必要出版一本内容涵盖面广、具有一定前沿性和实用性的参考书,在机械工业出版社的大力支持下,我们成立了由李伟生、黄颖、周丽芳等组成的编写小组。

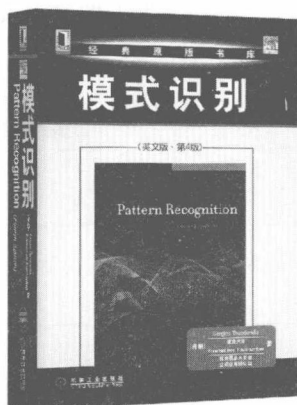
本书分为两大部分:基础理论部分(第1~9章)系统地讲述了模式识别的基本概念和代表性方法,应用实例部分(第10~12章)主要包括车牌识别、签名识别、人脸识别的实例,所有应用实例均为作者所在研究团队和协作团队开发产品和科研工作的总结,为科研人员应用模式识别方法解决相关领域的实际问题提供了具体思路和方法。本书将理论与实际应用相结合,有利于读者加深对理论方法的理解,可使读者较系统地掌握模式识别的理论精髓和相关技术。全书共12章,其中李伟生教授负责了前言的撰写,第1、3、5章由李伟生与周丽芳共同编写;第2、4、6章由黄颖编写;第7、8、9章由周丽芳与黄颖共同编写;第10、11、12章由周丽芳编写,全书的统稿与出版组织工作由周丽芳老师负责完成。此外,衷心感谢以下研究生:张燕、付鹏、韦巧燕、陈龙、王立逗、彭莱,他们负责完成了各个章节的图表制作和实验案例的程序测试工作,是他们的辛勤劳动使本书得以顺利完稿。最后,本书参考了国内外许多同行的论文、著作,引用了其中的观点、数据与结论,在此一并表示谢意。

全书内容安排如下:第1章介绍模式识别的基本概念;第2章阐述贝叶斯决策理论;第3章介绍概率密度函数的估计;第4章介绍判别函数分类器的设计;第5章介绍近邻法;第6章介绍特征选择的方法;第7章介绍特征提取策略;第8章介绍数据聚类的方法;第9章讲解模糊模式识别方法;第10~12章进行模式识别典型实例分析。

我们希望本书的出版,能给学习模式识别课程的学生和从事模式识别实际应用的广大科研工作者和技术人员提供一本可读性较好、实用性较强的参考书。我们在编写过程中反复论证,力求完善教材,但难免会有疏漏之处。希望广大读者能及时把发现的问题告诉我们,为进一步提高本书的质量提出宝贵意见。

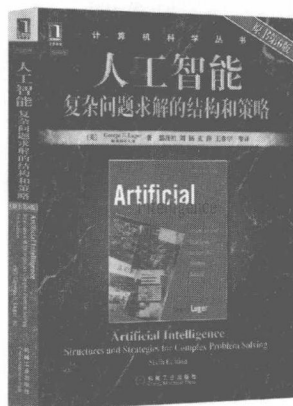
本书的编写得到了国家自然科学基金的资助(项目编号61272195,61100114),以及重庆邮电大学校级教材立项的资助。

推荐阅读



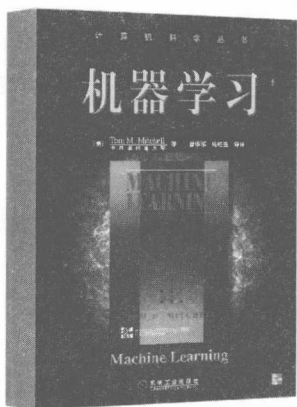
模式识别（英文版 第4版）

作者：（希腊）Sergios Theodoridis 等
ISBN: 978-7-111-26896-3 定价：89.00 元



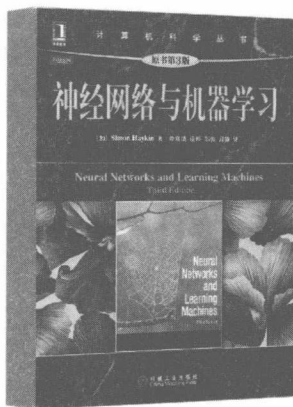
人工智能：复杂问题求解的结构和策略（原书第6版）

作者：（美）George F. Luger
ISBN: 978-7-111-28345-4 定价：79.00 元



机器学习

作者：（美）Tom Mitchell
ISBN: 7-111-10993-8 定价：35.00 元



神经网络与机器学习（原书第3版）

作者：（加）Simon Haykin
ISBN: 978-7-111-32413-3 定价：79.00 元

教师服务登记表

尊敬的老师：

您好！感谢您购买我们出版的_____教材。

机械工业出版社华章公司为了进一步加强与高校教师的联系与沟通，更好地为高校教师服务，特制此表，请您填妥后发回给我们，我们将定期向您寄送华章公司最新的图书出版信息！感谢合作！

个人资料（请用正楷完整填写）

教师姓名			☐ 先生 ☐ 女士	出生年月			职务			职称： ☐ 教授 ☐ 副教授 ☐ 讲师 ☐ 助教 ☐ 其他
学校				学院				系别		
联系电话	办公：				联系地址及邮编					
	宅电：									
	移动：				E-mail					
学历			毕业院校			国外进修及讲学经历				
研究领域										
主讲课程			现用教材名			作者及出版社	共同授课教师	教材满意度		
课程：										
☐ 专 ☐ 本 ☐ 研 人数： 学期： ☐ 春 ☐ 秋								☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 ☐ 希望更换		
课程：										
☐ 专 ☐ 本 ☐ 研 人数： 学期： ☐ 春 ☐ 秋								☐ 满意 ☐ 一般 ☐ 不满意 ☐ 希望更换		
样书申请										
已出版著作						已出版译作				
是否愿意从事翻译/著作工作 ☐ 是 ☐ 否 方向										
意见和建议	 北航 C1651904									

填妥后请选择以下任何一种方式将此表返回：（如方便请赐名片）

地 址：北京市西城区百万庄南街1号 华章公司营销中心 邮编：100037

电 话：(010) 68353079 88378995 传真：(010)68995260

E-mail:hzedu@hzbook.com marketing@hzbook.com 图书详情可登录<http://www.hzbook.com>网站查询

目 录

前言

第 1 章 模式识别概述	1
1.1 模式识别的基本概念	1
1.2 模式识别的主要方法	2
1.2.1 决策理论方法	2
1.2.2 句法方法	3
1.2.3 模糊模式识别方法	3
1.2.4 人工神经网络方法	3
1.2.5 人工智能方法	4
1.3 模式识别系统	4
1.4 模式识别系统的应用举例	5
1.4.1 指纹识别	5
1.4.2 车牌识别	6
1.4.3 人脸识别	7
1.4.4 语音识别	9
1.5 本书的主要内容	10
本章小结	11
习题	11

第 2 章 基于贝叶斯决策理论的

分类器	12
2.1 分类器的描述方法	12
2.2 贝叶斯决策理论	15
2.2.1 贝叶斯决策理论的概念	15
2.2.2 基于最小错误率的贝叶斯 决策与实现	16
2.2.3 基于最小风险的贝叶斯 决策与实现	18

2.3 判别函数和决策面	20
2.4 正态分布的贝叶斯分类	21
2.5 最小最大损失准则	28
本章小结	32
习题	32

第 3 章 概率密度函数的估计

3.1 引言	33
3.2 参数估计的基本概念	34
3.2.1 最大似然估计	34
3.2.2 贝叶斯估计和贝叶斯学习	36
3.3 正态分布的有监督参数估计	36
3.3.1 最大似然估计示例	37
3.3.2 贝叶斯估计和贝叶斯学习 示例	38
3.4 无监督参数估计	39
3.4.1 无监督最大似然估计中的 几个问题	39
3.4.2 正态分布情况下的无监督 参数估计	41
3.5 总体分布的非参数估计	41
3.5.1 基本方法	41
3.5.2 Parzen 窗法	43
本章小结	44
习题	45

第 4 章 判别函数分类器的设计

4.1 判别函数的基本概念	46
4.2 线性判别函数	46

4.2.1 广义线性判别函数	46	6.8 特征选择的遗传算法	100
4.2.2 Fisher 线性判别	49	本章小结	101
4.2.3 感知准则函数	52	习题	102
4.2.4 最小平方误差准则函数	56		
4.3 线性分类器	59	第 7 章 特征提取	103
4.4 分段线性分类器	61	7.1 引言	103
4.5 基于核的 Fisher 分类	64	7.2 基于类别可分性判据的特征 提取	103
4.6 非线性判别函数	65	7.3 主成分分析法	105
4.6.1 分段线性判别函数的基本 概念	65	7.4 K-L 变换	107
4.6.2 用凹函数的并表示分段线性 判别函数	67	7.5 非线性维数降低	108
4.7 非线性分类器	69	7.6 Haar 变换	116
4.8 支持向量机	72	本章小结	119
本章小结	75	习题	119
习题	76		
第 5 章 近邻法	77	第 8 章 聚类	121
5.1 最近邻法	77	8.1 基本概念	121
5.1.1 最近邻决策规则	77	8.2 动态聚类算法	122
5.1.2 最近邻法的错误率分析	78	8.2.1 概念	122
5.2 k -近邻法	80	8.2.2 C 均值算法	122
5.3 剪辑近邻法	84	8.2.3 C 均值算法的聚类数目	125
5.4 压缩近邻法	87	8.3 模糊聚类算法	126
本章小结	88	8.3.1 概念	126
习题	88	8.3.2 模糊 C 均值算法	127
		8.3.3 基于交替优化的实现	130
第 6 章 特征选择	90	8.3.4 基于神经网络的实现	131
6.1 引言	90	8.3.5 基于进化计算的实现	131
6.2 特征的评价准则	90	8.4 合并算法	131
6.3 类别可分性判据	91	8.4.1 基于矩阵理论的合并算法	133
6.3.1 基于类距离的可分性判据	92	8.4.2 基于图论的合并算法	133
6.4 特征子集的选择	93	8.5 层次聚类算法	134
6.5 最优特征的生成	94	8.6 最佳聚类数的选择	137
6.6 特征选择的最优算法	96	8.7 顺序聚类算法	138
6.7 特征选择的次优算法	99	8.7.1 聚类数的估计	140
		8.7.2 顺序聚类算法的改进	141
		本章小结	142

习题	143	本章小结	177
习题		习题	177
第9章 模糊模式识别方法	144	第11章 签名识别的应用举例	178
9.1 引言	144	11.1 概述	178
9.2 模糊集的基本知识	144	11.2 基于视频的签名识别系统 流程	179
9.2.1 模糊集的定义与运算	144	11.3 实验方案	180
9.3 模糊特征和模糊分类	149	11.3.1 签名识别的数据获取与 初始笔尖定位	180
9.3.1 模糊化特征	149	11.3.2 视频签名识别的笔尖 追踪	183
9.3.2 结果的模糊化	150	11.3.3 基于视频的签名识别的 特征提取及分类	185
9.4 特征的模糊评价	151	本章小结	187
9.4.1 模糊度	151	习题	188
9.4.2 模糊特征提取	152	第12章 人脸识别的应用举例	189
9.5 模糊模式识别的基本类型	154	12.1 概述	189
9.5.1 第一类模糊模式识别	155	12.2 特征获取算法	190
9.5.2 第二类模糊模式识别	160	12.2.1 特征获取综述	190
9.6 基于模糊相似矩阵的分类 方法	165	12.2.2 基于几何的特征获取 算法	190
9.6.1 传递闭包法	165	12.2.3 基于统计的特征获取 算法	192
9.6.2 直接聚类法	165	12.3 实验方案	194
本章小结	167	12.3.1 人脸定位检测	194
习题	167	12.3.2 人脸特征提取	196
第10章 车牌识别的应用举例	169	12.3.3 人脸分类识别	198
10.1 概述	169	本章小结	199
10.2 字符识别算法	170	习题	199
10.2.1 字符识别原理	170	附录 教学建议	200
10.2.2 基于模板匹配的字符识别 算法	171	参考文献	202
10.2.3 基于神经网络的字符识别 算法	172		
10.2.4 特征统计匹配法	173		
10.3 实验方案	174		
10.3.1 车牌定位	174		
10.3.2 车牌字符分割	176		
10.3.3 车牌字符识别	177		

第 1 章 模式识别概述

1.1 模式识别的基本概念

模式识别 (pattern recognition) 是人类的一项基本智能, 在日常生活中, 人们经常进行“模式识别”。例如, 在见到认识的人时, 人们能辨别出他是张三还是李四, 这是对人的形体及其他生物特征的识别行为; 儿童在认读识字卡上的字母时, 将它们区分为 A~Z 中的一个, 这是对字母符号的识别; 在与人交流时, 人们能听出对方说话的意思, 这是对语言的识别。随着人类社会活动及生产科研广泛而深入的发展, 需要识别的对象种类越来越多, 内容越来越复杂和深入, 要求也越来越高。随着 20 世纪 40 年代计算机的出现以及 20 世纪 50 年代人工智能的兴起, 人们当然也希望能用计算机来代替或扩展人类的部分脑力劳动, 例如有些场合环境恶劣、存在危险或人们根本不能接近, 这就需要借助机器、运用分析算法进行识别, 于是, 模式识别在 20 世纪 60 年代初迅速发展起来并成为一门新学科。

模式识别是指对表征事物或现象的各种形式的 (数值的、文字的和逻辑关系的) 信息进行处理和分析, 以对事物或现象进行描述、辨认、分类和解释的过程。模式识别又常称作模式分类。从处理问题的性质和解决问题的方法等角度, 模式识别分为有监督的分类 (supervised classification) 和无监督的分类 (unsupervised classification) 两种。二者的主要差别在于, 各实验样本所属的类别是否预先已知。一般来说, 有监督的分类往往需要提供大量已知类别的样本, 但在实际问题中, 这是存在一定困难的, 因此研究无监督的分类就变得十分有必要了。

模式识别研究的目的是利用计算机对物理对象进行分类, 在错误率最小的条件下,

使识别的结果尽量与客观物体相符合。计算机辨别事物最基本的方法是计算,即计算机对要分析的事物与标准模板的相似程度进行计算。例如,要识别一个手写的字母,就要将它与从 A~Z 的模板作比较,看哪个模板最相似或最接近。因此首先要能从度量中看出不同事物之间的差异,才能分辨当前要识别的事物,所以关键是找到能有效地度量异类事物的差异的方法。

为了本书后面章节中讨论方便,我们在这里把一些基本术语的含义约定一下。这些术语在其他文章或书籍中的含义和用法可能会略有不同,但只要参考上下文就不难明白其确切的含义。

- 样本 (sample): 按一定程序从总体中抽取的一个个体。
- 样本集 (sample set): 若干样本的集合。
- 类或类别 (class): 在所有样本上定义的一个子集,处于同一类的样本在我们所关心的某种性质上是不可区分的,即具有相同的模式。
- 特征 (feature): 指事物可供识别的特殊的征象或标志,通常是数值表示的某些量化特征,有时也称为属性。如果存在多个特征,则它们就组成了特征向量。样本的特征构成了样本的特征空间,空间的维数就是特征的个数,而每一个样本就是特征空间中的一个点。某些情况下,对样本的元素描述可能是非数值形式的,此时通常需要采用一定的方法把这些特征转换成数值特征。
- 已知样本 (known sample): 指已经知道类别标号的样本。
- 未知样本 (unknown sample): 指类别标号未知但是特征已知的样本。

1.2 模式识别的主要方法

1.2.1 决策理论方法

决策理论方法又称统计模式识别方法,是发展较早也比较成熟的一种方法。首先对要识别的对象数字化,变换为适合计算机处理的数字信息。一个模式常常要用很大的信息量来表示。许多模式识别系统在数字化环节之后还进行预处理,以除去混入的干扰信息并减少某些变形和失真。随后是进行特征提取,即从数字化后或预处理后的输入模式中提取一组特征。所谓特征是选定的一种度量,它对于一般的变形和失真保持不变或几

乎不变,并且只含尽可能少的冗余信息。特征提取过程将输入模式从对象空间映射到特征空间。这时,模式可用特征空间中的一个点或一个特征向量表示,这种映射不仅压缩了信息量,而且易于分类。在决策理论方法中,特征提取占有重要的地位,但尚无通用的理论指导,只能通过分析具体识别对象决定选取何种特征。特征提取后可进行分类,即从特征空间再映射到决策空间。为此引入鉴别函数,通过特征向量计算出相应于各类别的鉴别函数值,通过鉴别函数值的比较实行分类。

1.2.2 句法方法

句法方法又称为结构模式识别方法。其基本思想是把一个模式描述为较简单的子模式的组合,子模式又可描述为更简单的子模式的组合,最终得到一个树形的结构描述。底层的最简单的子模式称为模式基元。在句法方法中选取基元的问题相当于在决策理论方法中选取特征的问题。通常要求所选的基元能为模式提供一个紧凑的反映其结构关系的描述,又要易于用非句法方法加以抽取。显然,基元本身不应该含有重要的结构信息。模式以一组基元和它们的组合关系来描述,称为模式描述语句,这相当于在语言中,句子和短语用词组合,词用字符组合一样。基元组合成模式的规则,由所谓语法来指定。一旦基元被鉴别,识别过程可通过句法分析进行,即分析给定的模式语句是否符合指定的语法,满足某类语法的即被分入该类。

1.2.3 模糊模式识别方法

这类技术运用模糊数学的理论和解决方法解决模式识别问题,因此适用于分类识别对象本身或要求的识别结果具有模糊性的场合。目前,模糊模式识别方法较多,这类方法的有效性主要在于对象的隶属函数是否良好。

1.2.4 人工神经网络方法

人工神经网络是由大量简单的基本单元——神经元相互连接而构成的非线性动态系统,每个神经元结构和功能比较简单,而由其组成的系统却可以非常复杂,具有生物神经网络的某些特征,在自学习、自组织、联想及容错方面具有较强的能力,能用于联想、识别和决策。在模式识别方面,人工神经网络方法与前述方法显著不同的特点之一是学习过程中具有自动提取特征的能力。

1.2.5 人工智能方法

人类具有极完善的分类识别能力,人工智能是研究如何使机器具有人脑功能的理论和方法,模式识别从本质上讲就是如何根据对象的特征进行类别的判断,因此,可以将人工智能中有关学习、知识表示、推理等技术用于模式识别。

上述五种方法各有其特点及应用范围,显然,它们不能相互取代,只能共存,相互促进、借鉴、渗透和融合。一个较完善的识别系统很可能是综合利用上述各类识别方法的观点、概念和技术而形成的。

1.3 模式识别系统

模式识别系统由两个过程组成,即设计和实现。设计是指用一定数量的样本进行分类器的设计,实现是指用所设计的分类器对要识别的样本进行分类决策。本书只讨论决策理论方法,基于决策理论的模式识别系统主要由4个部分组成:数据获取,预处理,特征提取和选择,分类决策,如图1-3-1所示。

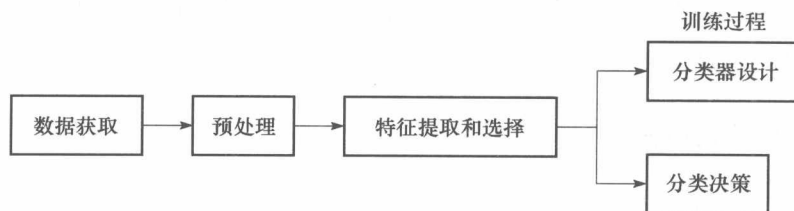


图 1-3-1 模式识别系统的基本构成

下面我们对这几个部分作简单的说明。

1. 数据获取

为了使计算机能够对各种现象进行分类识别,要用计算机可以运算的符号来表示所研究的对象,通常输入对象的信息有以下3种类型:

- 1) 二维图像:如文字、指纹、地图、照片这类对象。
- 2) 一维波形:如脑电图、心电图、机械振动波形等。
- 3) 物理参量和逻辑值:前者如在疾病诊断中病人的体温及各种化验数据等;后者

如对某参量正常与否的判断或对症状有无的描述。

通过测量、采集和量化，可以用矩阵或向量表示二维图像或一维波形。这就是数据获取的过程。

2. 预处理

预处理的目的是去除噪声，加强有用的信息，并对输入测量仪器或其他因素所造成的退化线性进行复原。

3. 特征提取和选择

由图像或波形所获得的数据量是相当大的。例如，一个文字图像可以有几千个数据，一个心电图波形也可能有几千个数据，一个卫星遥感图像的数据量就更大。为了有效地实现分类识别，就要对原始数据进行变换，得到最能反映分类本质的特征。这就是特征提取和选择的过程。一般我们把原始数据组成的空间叫做测量空间，把分类识别赖以进行的空间叫做特征空间，通过变换，可把在维数较高的测量空间中表示的模式变为在维数较低的特征空间中表示的模式。特征空间中的一个模式通常也叫做一个样本，它往往可以表示为一个向量，也就是特征空间中的一个点。

4. 分类决策

分类决策就是在特征空间中用统计方法把被识别对象归为某一类别。基本做法是在样本训练集的基础上确定某个判别规则，使按这种判别规则对被识别对象进行分类所造成的错误识别率最小或引起的损失最小。

1.4 模式识别系统的应用举例

从20世纪末到21世纪初，随着模式识别理论和技术自身的发展及计算机数据处理能力的飞速提高，模式识别技术的应用已经开始进入各行各业。这里，我们列举几个典型的例子来说明模式识别系统的一般构成，同时从这些例子也可以看出模式识别技术广阔的应用前景。

1.4.1 指纹识别

人的指纹具备唯一性、终身不变性、易获取和难以复制等特点，这使得指纹识别很

早就成为身份识别中的一种技术手段。随着科学技术的发展，指纹识别已经成为目前应用最为广泛的生物识别技术，尤其在民用生物识别技术中，指纹识别技术已经在金融、医疗、公安、门禁系统等领域得到了广泛的应用。图 1-4-1 所示为指纹识别考勤机。



图 1-4-1 指纹识别考勤机

传统的指纹识别系统都是基于 PC 机的，这种系统具有识别速度快、样本存储量大、软件设计技术成熟等优点。但是，基于 PC 机的指纹识别系统由于价格昂贵、移动性能差、功耗高等缺点限制了其应用的进一步扩展。自 20 世纪末以来，半导体技术和嵌入式技术的快速发展，为人们设计廉价的便携式指纹识别系统提供了一个技术上的实现平台。

指纹识别系统一般由指纹图像采集、指纹图像预处理、指纹特征提取、指纹特征匹配、特征数据库等几部分组成。指纹识别系统的原理框图如图 1-4-2 所示。该系统首先由指纹采集设备采集到指纹图像并将其转化为数字图像；然后对指纹数字图像进行预处理，再通过图像增强、分割、平滑、细化等处理过程得到便于指纹特征提取的数字图像；接着提取细化后的图像细节特征点；最后将提取到的特征与特征数据库中的特征数据进行匹配，并输出识别结果。

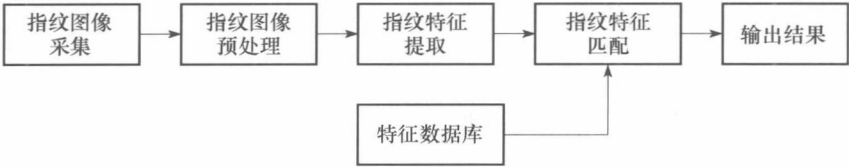


图 1-4-2 指纹识别系统框图

1.4.2 车牌识别

车牌识别系统作为数字摄像、计算机信息管理、图像分割和图形识别技术在智能交通领域的应用，是智能交通管理系统中的重要组成部分。车牌识别技术可应用于道路交通监控、交通事故现场勘查、交通违章自动记录、高速公路超速管理系统、小区智能化管理等方面，为智能交通管理提供了高效、实用的手段。

目前世界各国都在进行适用于本国汽车牌照的自动识别研究,美、日、韩等国已有相关系统(基于传感器)问世。引进这些系统费用比较高,而且由于各国车牌和实际的交通环境不同,引进的系统往往无法满足我国城市的需求,而国内市场上虽然已有产品投入使用,但是在后续处理时很大程度上仍然需要人工识别,所以对车牌识别技术的研究一直是目前高科技领域的热门课题之一。车牌识别系统的成功设计、开发和应用具有相当大的社会效益、经济效益和学术意义。

基于图像处理的车牌识别系统一般包括五个部分,如图 1-4-3 所示。

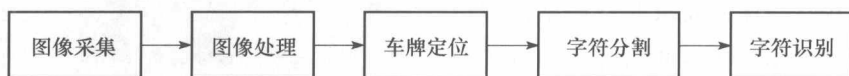


图 1-4-3 车牌识别系统框图

1.4.3 人脸识别

随着社会的发展以及技术的进步,人们对快速、高效的自动身份验证的要求日益迫切,生物识别技术在科研领域得到了极大的重视和发展。在人与人的接触中,人脸所包含的视觉信息占据了重要地位,它无疑是区分人与人之间差异的最重要特征之一。相对于指纹、虹膜、掌纹、步态、笔迹、声纹等生物特征,利用人脸来识别具有不可比拟的优势:操作隐蔽,特别适用于安全、监控和抓逃工作;非接触式采集,无侵犯性,容易接受;方便、快捷、强大的实时追踪能力;符合人类识别习惯,交互性强;应用摄像头即可完成图像采集,设备成本较低。人脸识别就是利用计算机从图像或图像序列中检测出人脸,并判断其身份。

人脸识别目前主要应用在如下三个方面:

第一,刑侦破案方面。公安部门获得案犯的照片之后,可以利用人脸识别技术在存储罪犯照片的数据库找出最相像的人,即嫌疑犯。还有一种应用就是根据目击证人的描述画出草图,然后用该草图到库里去寻找嫌疑犯。罪犯数据库往往很大,通常由几千幅图像组成,如果这项搜索工作由人工完成不仅效率低而且容易出错,因为人在看了上百幅人脸图像后记忆力会下降,而由计算机来完成则不会出现此问题。

第二,证件验证方面。身份证、驾驶执照以及其他很多证件上都有照片,现在这些证件多是人工验证的,如果应用人脸识别技术,这项任务就可以交给机器去完成,从而

实现自动化智能管理。另外，像信用卡、银行卡等安全需求较高的卡，因为卡被窃取、密码丢失或遗忘给卡的使用和管理带来很大的不便，如果在这类卡上加上人脸的特征信息则可大大改善其安全性能，从而提高其管理和应用的便捷性。

第三，入口控制方面。入口控制的范围很广，它可以是设在楼宇单位或私人住宅入口的安全检查，也可以是计算机系统或者情报系统等的入口检查。在楼宇或某些安全部门的入口处比较常用的检查手段是核查证件。在人员出入频繁的情况下，要求保安人员再三检查证件是很麻烦的，而且安全系数也不高。在一些保密要求非常严格的部门，除了用证件外还要用一些另外的识别手段，如指纹识别、掌纹识别、视网膜识别和语音识别等。人脸识别与之相比具有直接、方便和友好的特点。另外，在当前备受重视的计算机系统的安全管理中，通常使用的由字符和数字组成的口令可能会被遗忘或者破解，但是如果把人脸当做口令则既方便又安全。如图 1-4-4 所示为某单位的人脸识别考勤机。

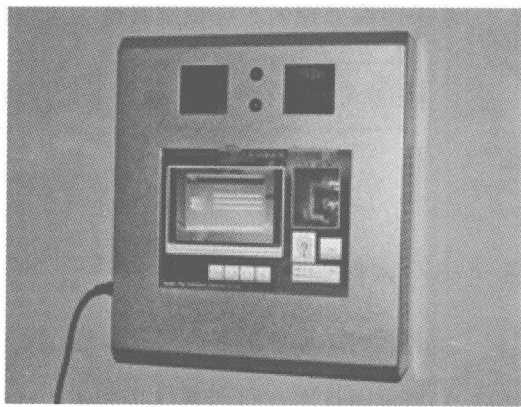


图 1-4-4 人脸识别考勤机

人脸识别系统的研究涉及模式识别、图像处理、生理学、心理学、认知科学等多种学科，与基于其他生物特征的身份鉴别方法以及计算机人机感知交互领域都有密切联系。一个完整的人脸识别系统应实现如下基本功能：

- 1) 对于任意图像，确定其中是否存在人脸。若有人脸存在，确定人脸的数目及各自的位置和大小，并对人脸图像做预处理。

- 2) 提取人脸图像特征。

- 3) 对特征进行分析处理，与已知人脸库内的人脸图像进行比较，识别、确认身份。

其中，1) 为人脸检测的内容，2)、3) 是人脸识别与理解的内容。如图 1-4-5 所示，人脸自动识别过程包括三个主要环节，首先是人脸检测和定位，即从输入图像中找到人脸及人脸存在的位置，并将人脸从背景中分割出来；然后是对归一化的人脸图像进行特征提取与识别。在人脸识别系统的三个环节中，特征提取与识别相对人脸检测更为关键，相关研究也更加深入。