

21 世纪高等院校
..... 自动化专业系列教材

模式识别

主编 宋丽梅 罗 菁
参编 成 怡 王红一 杨燕罡 等



免费提供电子教案
<http://www.cmpedu.com>



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等院校自动化专业系列教材

模式识别

主编 宋丽梅 罗 菁

参编 成 怡 王红一 杨燕罡 等



机械工业出版社

本书讲述了多种模式识别方法及每种方法的基本原理和优缺点,并给出了每种方法在实践中的应用实例。全书共分7章,分别讲解了模式识别的基本概念、基本算法和主要应用软件;特性聚类的基本过程及基本算法;贝叶斯分类的基本原理及实际应用步骤;近邻法及人工神经网络的基本原理和算法以及三维识别等案例。每章开始有内容提要,结尾有本章小结和练习题,便于教学和自学。

本书可作为自动化、电气工程及其自动化、电子信息科学与技术等专业的本科生及研究生教材或教学参考书,也可作为工程技术人员的自学读本。

本书配套授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2850823885, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

模式识别/宋丽梅,罗菁主编. —北京:机械工业出版社,2015.8

21世纪高等院校自动化专业系列教材

ISBN 978-7-111-50577-8

I. ①模… II. ①宋… ②罗… III. ①模式识别-高等学校-教材
IV. ①O235

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第189308号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:尚晨 责任编辑:尚晨

责任校对:张艳霞 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2015年8月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·11.5印张·281千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50577-8

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:(010)88379833

读者购书热线:(010)88379649

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

模式识别是人类的一项基本智能,在社会活动和科学研究的许多方面有着巨大的现实意义,已经广泛应用于许多领域,如人脸识别、指纹识别、文字识别、语音识别、车牌识别、字符识别等。模式识别也是一门综合性、交叉性的学科,其与数学、认知科学、计算机科学、心理学、语言学、生物学等众多学科相互融会贯通。随着计算机软硬件技术的快速发展以及其他相关学科的日渐成熟,模式识别在各个领域的应用和需求逐渐得到人们的广泛关注和重视,在学术界也激发了各领域科研人员的研究热情,其相关的论文著作、科研成果层出不穷。

目前,模式识别的教材多以理论介绍为主,读者很难看到理论在实际中是如何应用的,所以很难深入掌握这些理论,导致在项目实践中,往往无从下手,更谈不上创新。

本书从人们日常生活和生产中有重要影响的项目实例入手,综合了作者多年从事模式识别领域的研究成果,介绍了实际应用项目及其实现技术。每个项目实例包括项目意义和要求,并且详细阐述了项目开发技术原理和算法实现的步骤,并且提供了部分 VC++ 或 MATLAB 编程代码。希望读者能够在此基础上有所创新。这也是编写本书的主要目的以及希望本书能够实现的目标。

全书共 7 章。第 1 章对模式识别的基本概念、基本算法和所使用的软件进行了简要的介绍;第 2 章对特征聚类的基本过程以及每个过程中所涉及的基本算法进行了详细的介绍,并通过实际例程使读者加深对相关算法操作过程的记忆和理解;第 3 章对贝叶斯分类的基本原理进行了详细的介绍,并给出了基于贝叶斯的手写字符识别算法的具体步骤;第 4 章对 Fisher 线性判别的基本算法进行了详细的介绍;第 5 章对近邻法中最近邻法、K 近邻法和剪辑近邻法的基本原理和实际例程进行了详细的介绍;第 6 章对人工神经网络的基本算法进行了详细的介绍,并给出了基于 BP 神经网络的变压器故障诊断案例;第 7 章介绍了三维识别等案例的开发技术。

本书由天津工业大学的宋丽梅教授主编,天津工业大学罗菁、成怡、王红一、常玉兰、李宗艳、王朋强以及天津职业技术师范大学杨燕罡等参与了编写工作,其中第 1 章由罗菁编写,第 2、5 章由常玉兰和宋丽梅编写,第 3 章由李宗艳和王红一编写,第 4 章由王朋强和杨燕罡编写,第 6 章由罗菁编写,第 7 章由宋丽梅、罗菁、成怡、王红一和杨燕罡等编写。

本书在天津工业大学教材建设基金的资助下,得以顺利完成,在此深表感谢。最后本书作者对书中所引论文和参考书籍的作者表示感谢。

由于编者能力和水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,恳请各位专家和读者不吝指教,在此深表感谢。

编者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 模式识别基本概念	1
1.1.1 模式和模式识别	1
1.1.2 模式识别系统组成	2
1.2 特征描述	3
1.3 模式识别方法	4
1.3.1 统计法	4
1.3.2 聚类法	5
1.3.3 神经网络法	5
1.3.4 人工智能法	5
1.4 模式识别工程设计	6
1.4.1 工程任务	6
1.4.2 训练集和测试集选择	7
1.4.3 模式识别软件	8
1.5 本章小结	9
习题	10
第2章 特征聚类	11
2.1 聚类的概念	11
2.1.1 特征聚类的基本思想	11
2.1.2 聚类的算法	11
2.2 数据的降维 (PCA)	11
2.2.1 PCA 基本概念	12
2.2.2 PCA 原理	12
2.2.3 PCA 的一般步骤	15
2.2.4 数据的降维实例	16
2.3 模式相似性测度	26
2.3.1 距离测度	26
2.3.2 相似测度	27
2.3.3 匹配测度	28
2.4 K-均值聚类	28
2.4.1 K-均值聚类算法简介	28
2.4.2 算法原理	28

2.4.3 K-均值算法的一般步骤	29
2.4.4 K-均值聚类实例	32
2.5 本章小结	34
习题	35
第3章 贝叶斯分类	37
3.1 基于最小错误率的贝叶斯准则	37
3.2 基于最小风险的贝叶斯准则	40
3.3 最大最小决策规则	42
3.4 纽曼-皮尔逊 (Neyman-Pearson) 决策规则	44
3.5 贝叶斯学习估计案例 (手写字符)	46
3.6 本章小结	47
习题	47
第4章 Fisher 线性判别	50
4.1 判别域界面方程分类的概念	50
4.2 线性判别函数	50
4.2.1 两类问题	51
4.2.2 多类问题	51
4.3 判别函数数值的鉴别意义、权空间及解空间	53
4.3.1 判别函数数值的大小、正负的数学意义	53
4.3.2 权空间、解向量与解空间	54
4.4 Fisher 线性判别	55
4.5 本章小结	70
习题	71
第5章 近邻法	72
5.1 最近邻法	72
5.1.1 最近邻决策规则	72
5.1.2 最近邻法的错误率分析	73
5.1.3 最近邻法程序举例	76
5.2 K-近邻法	82
5.2.1 K-近邻法原理及错误率分析	82
5.2.2 K-近邻法程序举例	83
5.3 剪辑近邻法	87
5.3.1 剪辑近邻法	87
5.3.2 剪辑 K-NN 近邻法	88
5.3.3 剪辑近邻法的一般流程	89
5.4 本章小结	90
习题	91

第 6 章 BP 神经网络及案例	92
6.1 BP 神经网络基本原理	92
6.2 网络各层节点数的确定	92
6.3 网络各层间激活函数的确定	93
6.4 LM 算法	93
6.5 基于 BP 神经网络的变压器故障诊断	95
6.5.1 变压器常见故障类型	95
6.5.2 网络的训练与仿真	97
6.6 本章小结	99
习题	99
第 7 章 模式识别案例分析	100
7.1 电池表面划痕识别案例	100
7.1.1 电池图像边缘提取	101
7.1.2 基于有效边缘点和 Hough 变换的电池圆心提取方法	102
7.1.3 基于 NMI 特征和边缘特征电池图像配准算法	105
7.1.4 划痕提取方法	114
7.2 人脸识别案例	114
7.2.1 ORL 人脸数据库简介	114
7.2.2 基于 PCA 的人脸图像的特征提取	115
7.2.3 K-近邻算法	116
7.2.4 BP 神经网络法	116
7.2.5 基于 BP 神经网络法和 K-近邻法的综合决策分类	117
7.2.6 实验的结果	118
7.2.7 简单实例	120
7.3 SIFT 算法提取特征点及特征点的匹配	133
7.3.1 高斯尺度空间的极值检测	133
7.3.2 特征点位置的确定	135
7.3.3 特征点方向的确定	136
7.3.4 特征点描述子生成	137
7.3.5 SIFT 特征向量的匹配	137
7.3.6 实现运动姿态的解算	139
7.4 气泡识别案例	142
7.4.1 两相流高速图像采集	142
7.4.2 两相流图像纹理特征的提取	144
7.4.3 纹理特征的 Lempel-Ziv 复杂度分析	147
7.4.4 基于 SVM 的气液两相流型识别	149
7.5 三维识别案例	151

7.5.1 三维模型中特征点的定义	151
7.5.2 特征提取方法	151
7.5.3 三维识别方法	155
7.6 本章小结	165
习题.....	165
附录.....	166
附录 A 模型一的训练样本归一化处理的子程序.....	166
附录 B 模型一在确定隐含层节点及网络结构后训练与仿真的子程序.....	167
附录 C SIF 特征初始匹配及 RANSAC 算法剔除误匹配相关 MATLAB 代码.....	171
参考文献.....	173

第1章 绪 论

1.1 模式识别基本概念

随着20世纪40年代计算机的出现,50年代人工智能的兴起,模式识别在60年代迅速发展并取得了不少成果,成为了一门独立的学科。它的迅速发展和应用前景引起了广泛的关注和重视,推动了人工智能技术及图像处理、信号处理、机器视觉等多种学科的发展,扩展了计算机的应用领域。

模式识别是一种智能活动,在日常生活中,人们经常进行“模式识别”。当听到熟人说话时,虽然他不在我们的对面,但我们能知道是谁在说话,说的什么内容;当看到一群朋友时,我们能认出谁是张三,谁是李四;当闻到熟悉的气味时,我们能辨认出这种气味是香蕉还是烤肉。人们这种通过听觉、视觉、味觉等感官接收各种自然信息,并把这些信息和从过去的经验所导出的概念、线索联系起来做出决策的过程就是模式识别。

本书所说的模式识别,不是人的模式识别,而是机器(计算机和其他硬件)的模式识别,也就是利用计算机实现人对各种事物或现象的分析、判断和识别。目前,模式识别技术主要是模拟人的视觉和听觉,模拟人的视觉就是利用计算机进行图像处理工作,模拟人的听觉就是利用计算机进行语音识别方面的工作。

1.1.1 模式和模式识别

什么是模式呢?当人们看到某种物体或现象时,会收集这种物体或现象的特征,并把这些特征和脑海中已有的相关信息作比较,如果找到一个相同或相似的匹配,就可以把这种物体或现象识别出来。这种物体或现象的相关信息,就构成了该物体或现象的模式。因此,模式是通过信息采集,形成的对一个对象的描述,这种描述应该具备规范化、可理解、可识别的特点。广义地说,存在于时间和空间中可观察的物体,如果可以区别它们是否相同或是否相似,都可以称为模式。而模式所属的类别或同一类中的模式的总体称为模式类(或简称为类)。也有人习惯把模式类称为模式,而把个别具体的模式称为样本,这种用词的不同可以从上下文弄清含义,并不会引起误解。

模式识别就是利用计算机(或人为少量的干预)自动地将待识别的事物分配到各个模式类中的技术。模式识别的研究主要集中在两方面,一是研究物体(包括人)是如何感知对象的,这属于认知科学的范畴,是生理学家、心理学家、生物学家和神经生理学家的研究内容;二是在给定的任务下,如何用计算机实现模式识别的理论和方法,这属于信息科学的范畴,是数学家、信息学家和计算机科学工作者的研究内容。

模式识别可以根据有无标准样本分为监督识别方法和非监督识别方法。监督识别方法是在已知训练样本所属类别的情况下进行的模式识别,通过设计分类器,将待识别样本经过预

处理、选择与提取特征值后进入分类器，从而得到分类结果或识别结果。非监督识别方法是在不知道样本所属类别信息的情况下进行的模式识别，这种识别方法往往是通过某种规则进行分类决策。

人们为了掌握事物的客观规律，往往将相同或相似的事物归为一个类别。例如，一个阿拉伯数字“6”有不同的写法和字体，但是它们属于一个类别；一个人每天的穿着打扮也不一样，但他始终都归于“某个人”这个类别。所以，模式识别过程可以看做是从样本空间到类别空间的一个映射过程。

1.1.2 模式识别系统组成

一个完整的模式识别系统主要由数据采集、预处理、特征提取和选择以及分类决策四部分组成，如图 1-1 所示。

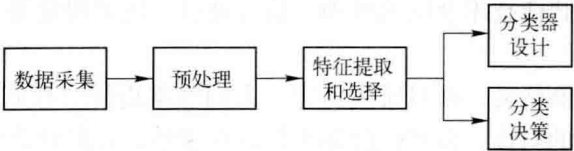


图 1-1 模式识别系统的基本构成

在设计模式识别系统时，根据不同的目的，模式识别系统的各部分内容有很大的不同，特别是预处理和模式分类这两部分。为了提高模式识别结果的可靠性，往往加入知识库（规则）对结果进行修正，或加入限制条件提高准确度。下面分别简单介绍模式识别系统各部分的工作原理：

1) 数据采集。为了使计算机能够准确进行识别，要利用各种传感器把待识别的事物或现象的基本特征信息转换成计算机可以运行的符号。这一步的关键是传感器的选取。通常，待识别对象的信息有以下 4 种类型：

- ① 一维波形，如脑电图、心电图、机械振动波形等。
- ② 二维图像，如照片、文字、指纹这类对象。
- ③ 三维图像，如人脸的深度信息。

④ 物理参量和逻辑值，前者是具体的数据，后者是对某参量正常与否的判断或对对象有或无的判断，用 0 和 1 来表示。

2) 预处理。为了提取对识别有效的信息，去除噪声，必须对采集的数据进行处理，包括数字滤波、图像增强、区域分割、边界检测和目标提取等，以减少外界干扰。举例来说，在人脸识别过程中，由于光照明暗不同，设备性能不同，采集的图像往往存在有噪声，对比度不够等。此时需要对图像进行预处理，包括人脸扶正、图像增强、归一化等工作。人脸扶正是为了得到位置端正的人脸图像；图像增强是为了得到清晰的图像，利于计算机处理；归一化是为了得到灰度值范围相同的标准化人脸图像。

3) 特征提取和选择。通常情况下，获取的数据量是非常大的，而分类识别要求数据量尽可能少，以降低后续处理的难度，因此需要进行特征提取和选择，从而实现有效分类和描述。特征提取是从模式的某种描述状态提取出所需要的，用另一种形式表示的特征（如在图像中抽取出轮廓信息、声音信号中提取不同频率的信息等）。特征选择是对模式采用多维

特征向量描述,各个特征向量对分类起的作用不一样,在原特征空间中选取对分类有效的特征组成新的降维特征空间,以降低计算的复杂度,同时改进分类效果。特征提取和选择是模式识别中的一个关键问题,因为实际问题中往往不易找到待识别模式最表现本质的特征或受条件限制不能对某种特征进行测量,所以特征提取和选择仍是一个复杂的难题。虽然人们对特征提取和选择做了很多研究,但这仍然是一个相对不成熟的领域。

4) 分类决策或模型匹配。在特征空间中用模式识别方法(由分类器设计确定的分类规则)对待识别模式进行分类判别,最后输出的可能是对象所属的类别,也可能是对象与模型库中最相似的模式。其具体做法是根据确定的分类规则,使按这种规则对待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。

1.2 特征描述

至今为止特征没有万能的和精确的定义。特征的精确定义往往由问题或者应用类型决定。特征是一个数字图像中的“有趣”部分,是许多计算机图像分析算法的起点。因此一个算法是否成功往往由它使用和定义的特征决定。一般来说,特征是指从模式中得到的对分类有用的度量、属性或单元,它是描述模式的最佳方式,而且我们通常认为特征的各个维度能够从不同的角度描述模式,在理想情况下,维度之间是互补完备的。

特征的种类有物理的、结构的和数学的特征。人的感觉器官容易感受数学的特征,如均值、相关系数、协方差矩阵的特征值和特征向量等。物理和结构的特征与所处理的具体问题有关,在解决实际问题时可以依据具体问题而定。对于许多模式问题中的特征,我们可以用信号和图像处理技术获得。

常用的图像特征主要有颜色特征、纹理特征、形状特征、空间关系特征等。

颜色特征是一种全局特征,描述了图像或图像区域所对应的景物的表面性质。一般颜色特征是基于像素点的特征,此时所有属于图像或图像区域的像素都有各自的贡献。由于颜色对图像或图像区域的方向、大小等变化不敏感,所以颜色特征不能很好地捕捉图像中对象的局部特征。

纹理特征也是一种全局特征,它也描述了图像或图像区域所对应景物的表面性质。但由于纹理只是一种物体表面的特性,并不能完全反映出物体的本质属性,所以仅仅利用纹理特征是无法获得高层次图像内容的。与颜色特征不同,纹理特征不是基于像素点的特征,它需要在包含多个像素点的区域中进行统计计算。作为一种统计特征,纹理特征常具有旋转不变性,并且对噪声有较强的抵抗能力。但是,纹理特征也有其缺点,一个很明显的缺点是当图像的分辨率变化时,计算出来的纹理可能会有较大偏差。另外,由于有可能受到光照、反射情况的影响,从2-D图像中反映出来的纹理不一定是3-D物体表面真实的纹理。例如,水中的倒影、光滑的金属面互相反射造成的影响等都会导致纹理的变化。由于这些不是物体本身的特性,因而将纹理信息应用于检索时,有时这些虚假的纹理会对检索造成“误导”。

形状特征有两类表示方法,一类是轮廓特征,另一类是区域特征。图像的轮廓特征主要针对物体的外边界,而图像的区域特征则关系到整个形状区域。

所谓空间关系,是指图像中分割出来的多个目标之间的相互空间位置或相对方向关系,这些关系也可分为连接/邻接关系、交叠/重叠关系和包含/包容关系等。通常空间位置信息

可以分为两类：相对空间位置信息和绝对空间位置信息。前一种关系强调的是目标之间的相对情况，如上下左右关系等，后一种关系强调的是目标之间的距离大小以及方位。空间关系特征的使用可加强对图像内容的描述区分能力，但空间关系特征常对图像或目标的旋转、反转、尺度变化等比较敏感。另外，实际应用中仅仅利用空间信息往往是不够的，不能有效准确地表达场景信息。

1.3 模式识别方法

模式识别的方法具有多样性，如何将它们进行分类并没有明确的定义。模式识别的任务是把模式正确地从特征空间映射到类空间，或者说在特征空间中实现类的划分。模式识别的难度和模式与特征空间中的分布密切相关，如果特征空间中的任意两个类可以用一个超平面来区分，那么模式是线性可分的，这时的识别较为容易。模式识别系统的目标是要在表示空间和解释空间中找到一种映射关系，这种映射关系就是一个分类，或者说是一种假设。

这种假设可以通过两种明确的方法得到，即监督学习或者非监督学习。假设是用一些学习方法得到的，包括统计的、近似的或者自然结构等。而模式识别的主要方法有统计法、聚类法、神经网络法、人工智能法等。

1.3.1 统计法

统计方法，是发展较早也比较成熟的一种方法，也是模式识别的长期过程中建立起来的一种比较经典的方法。它主要基于概率模型得到各类别的特征向量的分布，从而实现分类的功能。获得特征向量的分布是基于一个类别已知的训练样本集，因此统计法是一种监督学习的模式识别方法。

统计法是利用已知类别标签的样本集来训练从而得知如何分类。统计分类中有很多具体方法，采用何种方法取决于是否采用一个已知的、参数型的分布模型，如决策树、决策表等。如果几个类别的样本在特征空间中的分布符合一个简单的拓扑结构，并且确切地知道各个类的概率函数，此时应用统计法来进行模式识别是可行的。

在用统计法进行分类时，被识别对象首先进行数字化，变换为适于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要进行预处理，用于除去混入的干扰信息并减少某些变形和失真。随后是进行特征抽取，即从数字化后或预处理后的输入模式中抽取一组特征。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。特征抽取过程是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矢量表示。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，特征抽取占有重要的地位，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。特征抽取后可进行分类，即从特征空间再映射到决策空间。为此而引入鉴别函数，由特征矢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。

1.3.2 聚类法

聚类分析法是理想的多变量统计技术，主要有分层聚类法和迭代聚类法。聚类分析也称为群分析、点群分析，是研究分类的一种多元统计方法。数据聚类的目标是用某种相似性度量的方法将数据组成所需要的各组数据。数据聚类不需要利用已知类的信息，因此它是一种非监督的学习方法。

为了判定一组数据的相似性，或在模式识别中想要从一堆没有用的数据中提取出有用的一部分数据，则需要采用数据聚类的方法。

1.3.3 神经网络法

神经网络是一种以模仿动物神经网络行为特征，进行分布式并行信息处理的算法数学模型，是受人脑组织的生理学知识启发而创立的。它们是由一系列相互联系的不同单元组成，相互之间的联系可以在不同的神经元之间增强或者减弱信号，增强或抑制是通过调整相互间联系的权重系数来实现的。神经网络依靠系统的复杂程度，通过调整内部大量节点之间相互连接的关系，从而达到处理信息的目的。

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，具有人脑的某些特性，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，与前述方法显著不同的特点之一是训练后的神经网络对待识别模式特征提取与分类识别可以在该网络一同完成。神经网络模型有几十种，其中 BP（误差反传播算法）网络模型是模式识别应用最广泛的网络之一。它利用给定的样本，在学习过程中不断修正内部连接权重和阈值，使实际输出与期望输出在一定误差范围内相等。

神经网络可以实现监督和非监督学习条件下的分类和回归工作，这是通过适当调节权重系数来实现的，人们希望通过权重系数调节机制使神经网络的输出收敛于争取的目标值。

与统计法的方法相反，神经网络是一个与模型无关的机器，表现出一种非监督条件下的分类器的性能，具有能够通过调整使得输出在特征空间中逼近任意目标的优点。神经网络具有自适应能力，它不但能自适应地学习，有些网络还能自适应地调整网络的结构。神经网络分类器还兼有模式变换和模式特征提取的作用。但是神经网络分类器一般对输入模式信息的不完备或特征的缺损不太敏感。它在背景噪声统计特性未知的情况下性能更好，而且网络具有更好的推广能力。基于以上种种优点，神经网络模式识别已发展成为模式识别领域的一种重要方法，起到了传统模式识别方法不可替代的作用。

1.3.4 人工智能法

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能利用现代数学、信息理论、逻辑学、语言学、计算机技术，使得以计算机为中心的机器系统具有类似人类的智力功能和行为。人工智能研究的目标就是使计算机及其系统实现人类智能。人工智能领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。

模式识别是人工智能的一个重要的研究应用领域，主要是使计算机具有与人一样的视

觉、听觉、触觉等感知能力。在模式识别问题中，最适宜用人工智能方法解决的问题的特点是：求解过程中主要用到推理的问题；问题太复杂，无法建立准确的模型；信息不准确、不确切或者不完备等。人工智能方面的模式识别问题主要应用有专家系统、智能推理技术、不确定性推理等。

1.4 模式识别工程设计

1.4.1 工程任务

一般来说，模式识别工程主要有三大任务，它们分别是模式采集、特征提取和特征选择、类型判别，这三大任务贯穿模式识别过程的始终，它们分别按次序在模式识别系统中得到体现和完成，图 1-2 直观地体现了三大任务的具体流程，下面简单介绍一下这三大任务。

首先，第一个任务是模式采集，它是对存在于时间和空间中的具有可观察性和可区分性的物体进行信息采集，是从客观世界（对象空间）到模式空间转换的过程。此过程通常需要对采集的信息进行预处理，从而降低运算量，获得更有效的信息，为下一步的特征提取做好准备。

模式识别的第二个任务为特征提取和特征选择。由于识别对象的描述模式性质的特征有很多，为了能进一步降低空间维数，需要对得到的一组特征中选出最有效的特征作为它的一个有效子集，即特征选择；特征提取是指利用模式测量空间的转变或者（或映射）特征空间的维数从高维变成低维。特征选择和特征提取的目的都是为了降低维数，简化复杂度，在降低分类器复杂度的同时也提高了分类的泛化性能。图 1-3 表明由原来的二维空间转化（映射）为一维空间，削减了维数，降低了运算复杂度，从而进一步简化了识别系统。

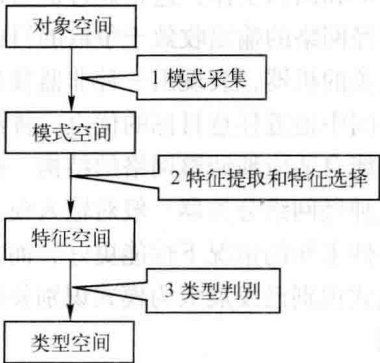


图 1-2 模式识别的主要任务流程图

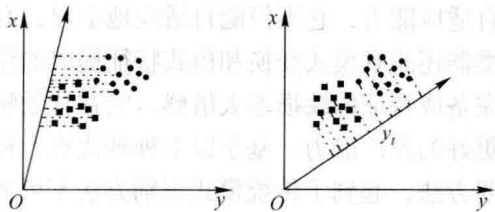


图 1-3 二维空间向一维空间的转换

例如，在互联网中搜索相关的文章有成千上万，如果直接对这些相关的原始数据进行分类，可能会因为数据信息太大导致计算太复杂，并且分类的效果也不是很好，但是如果通过变换或者映射的方法，将原始数据的空间变换到特征空间，得到最能反映模式本质的一组特征，同时降低空间维数，那么相应的分类计算将大大简化，同时也能使分类效果更显著。

对于第三个任务类型判别，它是模式识别的核心，是对提取的识别对象进行分类，以完

成最后的识别分类的过程，如图 1-4 所示。

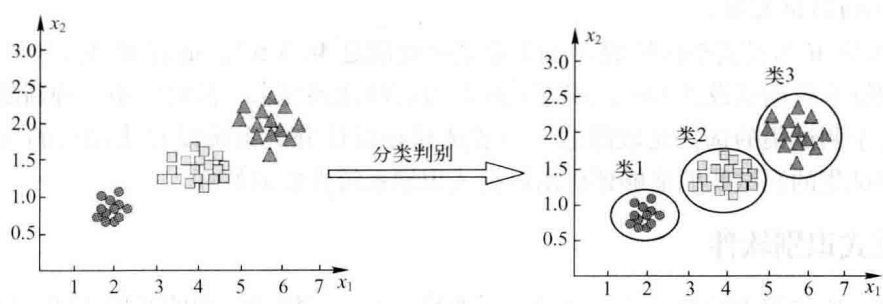


图 1-4 分类识别过程

一般模式识别分类分为两种，分别为判别分析和类聚分析。如果样本的类型是已知的，先用一组已知类型的样本作为训练集，建立相应的判别模型，然后利用所建立的模型根据相似性原则对未知样本进行识别，称为判别分析。判别分析是在事先知道类型特征的情况下，建立判别模型，对样本进行识别，是一种有监督模式识别。如果预先不知道样本的类型，则要在学习过程中根据样本的相似性对被识别的样本进行识别分类和归类，这称为聚类分析。聚类分析是完全依靠样本自然特性进行识别的方法，是一种无监督模式识别。图 1-5 显示了有监督模式识别和无监督模式识别的基本原理。

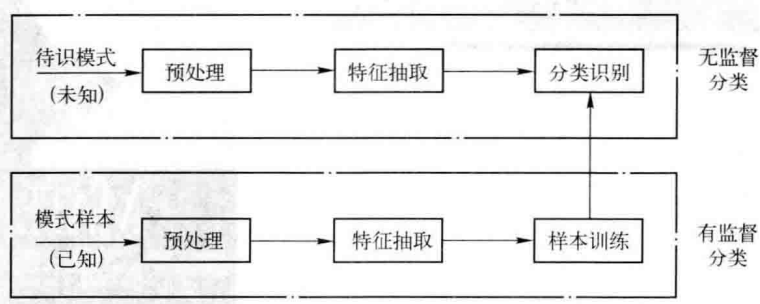


图 1-5 有/无监督模式识别的基本原理

在此任务中，我们需要根据不同的识别对象、不同的设计原理来设计不同的识别分类器，以达到最终的分类判别的目的。

1.4.2 训练集和测试集选择

为了使识别系统具有分类识别能力，需要对此系统进行学习和训练，因此需要对训练集和测试集进行选择。

一般来说，训练集的样本类型是已知（已经标定）的，是用来训练分类器的，通过训练集使分类器具有初步认知此类数据的能力；测试集的样本是未知的（没有标定的），需要用分类器进行识别，在选择训练集的实验中一般选择一些具有相同特征且特征明显的数据样本作为训练集，这类样本能让分类器更快更有效地获得此类样本的特性；训练集是模式识别发展的核心集合。

训练集样本具有以下特点：

- 1) 可靠性。
- 2) 样本数目足够多。
- 3) 样本数 M 与模式空间维数 N 的关系至少要满足 $M/N > 3$ ，最好 $M/N > 10$ 。

为了能够有效测试设计的模式识别系统是否能够达到要求，需要使用一种新的集合，即测试集。对于测试集的选择比较随意，一般选择在设计分类系统没有使用过的独立样本即可。通过测试集的测试我们能够评价出该模式识别系统性能的好坏。

1.4.3 模式识别软件

在了解了模式识别的整个系统之后，下面来认识一下模式识别的实现软件，目前有很多软件可以指导设计模式识别系统，建立一个模式识别系统要用到的相关软件有 MATLAB、OpenCV、VC6.0 等。由于模式识别系统设计的多样性，对建模软件的选择也有很多种。

1. MATLAB

应用最广泛的模式识别软件是 MATLAB，它是 Matrix&Laboratory 两个词的组合，意为矩阵工厂（矩阵实验室），其工作界面和图标如图 1-6 所示。

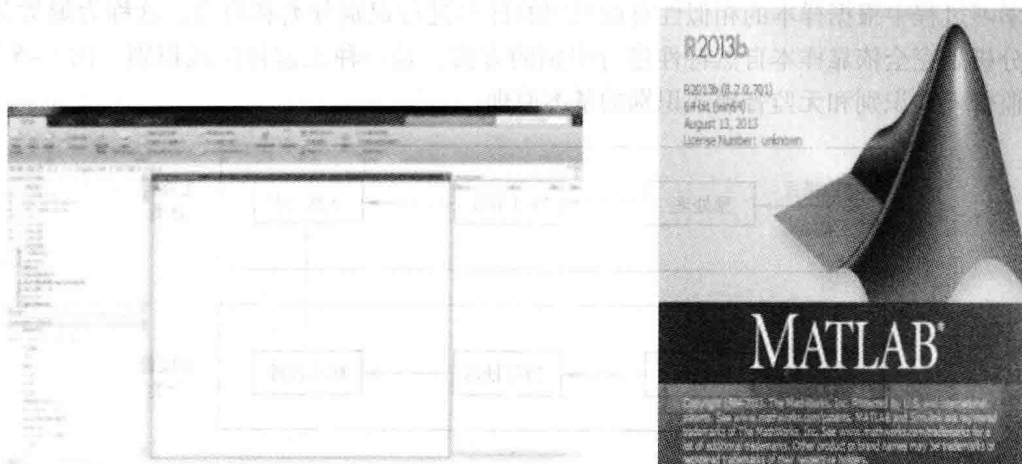


图 1-6 MATLAB 工作界面和图标

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司发布的主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。MATLAB 可以分为数学、统计与优化、信号处理与通信、控制系统与设计、图像处理与机器视觉等很多模块，每个模块中都含有多个工具箱，方便用户使用，因此每个模块在其领域都有很广泛的应用。通过 MATLAB 中的模块和封装好的内部函数（神经网络、模糊逻辑等）能有效地实现模式识别系统的仿真。

MATLAB 的使用和一般的建模软件有很多相似之处，首先要创建一个识别工程，然后在 MATLAB 的工作区编写程序代码，代码的编程是建立模式识别系统的重要部分，在编写程序代码时，对于一些内部封存的函数或者模块可以直接调用；然后就是相应的识别分类器的创建，分类器的实现可以通过一些识别算法来实现；完成以上工作后，一个模式识别系统的建立基本上就算完成了，接下来就是对该模式识别系统进行相应的仿真识别检测，通过仿真检测得出相应的结果。

通过以上工作流程我们就能快捷地实现模式识别的系统仿真，得到相应的仿真示意图，

如图 1-7 所示。

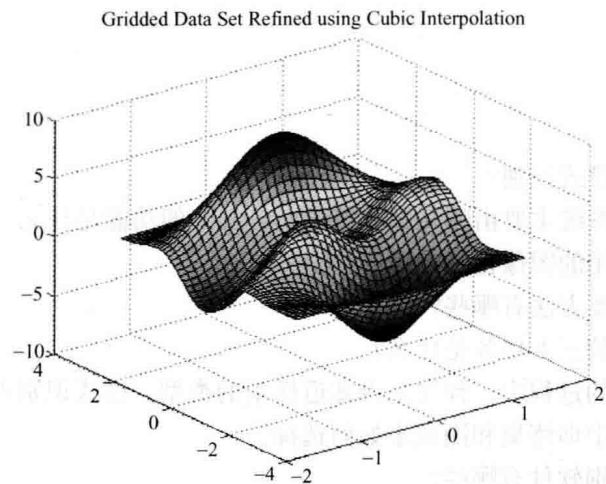


图 1-7 MATLAB 仿真示意图

2. OpenCV

另外学习模式识别用到的软件还有 OpenCV，它也能实现模式识别系统。OpenCV 的全称是 Open Source Computer Vision Library。OpenCV 是一个基于（开源）发行的跨平台计算机视觉库，可以运行在 Linux、Windows 和 Mac OS 操作系统上。它轻量级而且高效——由一系列 C 函数和少量 C++ 类构成，同时提供了 Python、Ruby、MATLAB 等语言的接口，实现了图像处理 and 计算机视觉方面的很多通用算法。它在物体识别、图像分割、人脸识别以及运动物体的跟踪方面有着很广泛的应用。

3. 其他模式识别软件

有一些软件，其本身就包含一些模式识别设计工具，其中最著名的是 SPSS 公司开发的 SPSS 和 Statsoft 公司开发的 Statistica，这两种软件都比较容易掌握。SPSS 是世界上最早采用图形菜单驱动界面的统计软件，它最突出的特点就是操作界面极为友好，输出结果美观漂亮。它将几乎所有的功能都以统一、规范的界面展现出来，使用 Windows 的窗口方式展示各种管理和分析数据方法的功能，对话框展示出各种功能选择项。该软件具有操作简单、编程方便、功能强大等特点。大多数操作可通过鼠标拖曳、单击“菜单”、“按钮”和“对话框”来完成，它可通过数据统计方面的模块初步完成模式识别系统的建立。另外 Statistica 是一个整合数据分析、图表绘制、数据库管理与自定义应用发展系统环境的专业软件。Statistica 不仅提供使用者统计、绘图与数据管理等一般目的需求的程序，更提供特定需求所需的数据分析方法，综上所述，这两种软件通过简单的数字处理就能完成模式识别中的分类和回归的工作。

1.5 本章小结

本章首先给出了模式识别基本概念，包括模式、模式识别和模式识别系统组成。简单介绍了描述模式的特征类型，其中重点介绍了图像特征。而后，又介绍了模式识别方法的分