

模式识别理论及其应用

靳富丽

(郑州大学 电气工程学院, 河南 郑州 450001)

[内容提要] 本文介绍了模式识别的基本概念与方法, 阐述了模式识别的应用。

[关键词] 模式识别; 应用; 发展

[中图分类号] TP [文献标识码] A [文章编号] 1008-7427 (2007) 12-0159-02

蝙蝠的雷达系统、螳螂的视觉的灵敏度都是非常高的。这些动物通过这些特异的功能来识别各式各样的东西并赖以生存。识别也是人类的一项基本技能。当人们看到某事物或现象时, 人们会先收集该事物或现象的信息, 然后将其与头脑中已有的相关信息相比较, 如果找到一个相同或相似的匹配, 人们就可以将该事物或现象识别出来。随着计算机的出现以及人工智能的兴起, 将人类的识别技能赋予计算机成为一项新兴课题。

1. 模式识别的基本概念

1.1 模式与模式识别

一般认为, 模式是通过对具体的事物进行观测所得到的具有时间与空间分布的信息, 模式所属的类别或同一类中的模式的总体称为模式类, 其中个别具体的模式往往称为样本。模式识别就是研究通过计算机自动的 (或人为进行少量干预) 将待识别的模式分配到各个模式类中的技术^[3]。

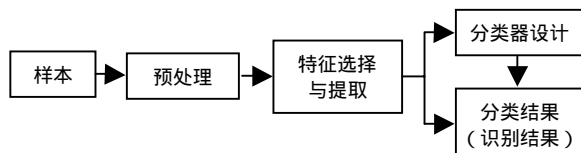


图 1 模式识别的基本框架

模式识别的研究主要集中在两方面, 一是研究生物体 (包括人) 是如何感知对象的, 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。前者是生理学家的研究内容, 属于认知科学的范畴; 后者通过数学家、信息学专家和计算机科学工作者近几十年的努力, 已经取得了系统的研究成果。

1.2 模式识别的特点

从模式识别的起源、目的、方法、应用、现状及发展和它同其他领域的关系来考察, 可以把他的特点概括的描述如下:

(1) 模式识别是用机器模仿大脑的识别过程的, 设计很大的数据集, 并自动的以高速度作出决策。

(2) 模式识别不象纯数学, 而是抽象加上实验的一个领域。它的这个性质常常导致不平凡的和比较有成效的应用, 而应用又促进进一步的研究和发展。由于它和应用的关系密切, 因此它又被认为是一门工程学科。

(3) 学习 (自适应性) 是模式识别的一个重要的过程和标志。但是, 编制学习程序比较困难, 而有效地消除这种程序中的错误更难, 因为这种程序是有智能的。

(4) 同人的能力相比, 现有模式识别的能力仍然是相当薄弱的 (对图案和颜色的识别除外), 机器通常不能对付大多数困难问题。采用交互识别法可以在较大程度上克服这一困难, 当机器不能做出一个可靠的决策时, 它可以求助于操

作人。

2. 模式识别的主要方法

模式识别方法大致可以分为 4 类: 统计决策法、结构模式识别方法、模糊模式识别方法与基于人工智能方法。其中基于人工智能的方法本文主要介绍人工神经网络模式识别方法。前两种方法发展得比较早, 理论相对也比较成熟, 在早期的模式识别中应用较多。后两种方法目前的应用较多, 由于模糊方法更合乎逻辑、神经网络方法具有较强的解决复杂模式识别的能力, 因此日益得到人们的重视。

2.1 统计决策法

统计决策法以概率论和数理统计为基础, 它包括参数方法和非参数方法。

参数方法主要以 Bayes 决策准则为指导。其中最小错误率和最小风险贝叶斯决策是最常用的两种决策方法。假定特征对于给定类的影响独立于其他特征, 在决策分类的类别 N 已知与各类别的先验概率 $P(i)$ 及类条件概率密度 $p(x|i)$ 已知的情况下, 对于一特征矢量 x 根据公式计算待检模式在各类中发生的后验概率 $P(i|x)$, 后验概率最大的类别即为该模式所属类别。在这样的条件下, 模式识别问题转化为一个后验概率的计算问题。

在贝叶斯决策的基础上, 根据各种错误决策造成损失的不同, 人们提出基于贝叶斯风险的决策, 即计算给定特征矢量 x 在各种决策中的条件风险大小, 找出其中风险最小的决策。

参数估计方法的理论基础是样本数目趋近于无穷大时的渐进理论。在样本数目很大时, 参数估计的结果才趋近于真实的模型。然而实际样本数目总是有限的, 很难满足这一要求。另外参数估计的另一个前提条件是特征独立性, 这一点有时和实际差别较大。

2.2 结构模式识别

结构模式识别是利用模式的结构描述与句法描述之间的相似性对模式进行分类。每个模式由它的各个子部分 (称为子模式或模式基元) 的组合来表示。对模式的识别常以句法分析的方式进行, 即依据给定的一组句法规则来剖析模式的结构。当模式中每一个基元被辨认后, 识别过程就可通过执行语法分析来实现。选择合适的基元是结构模式识别的关键。

结构模式识别主要用于文字识别、遥感图形的识别与分析、纹理图像的分析中。该方法的特点是识别方便, 能够反映模式的结构特征, 能描述模式的性质, 对图像畸变的抗干扰能力较强。如何选择基元是本方法的一个关键问题, 尤其是当存在干扰及噪声时, 抽取基元更困难, 且易失误。

2.3 模糊模式识别

1965 年 Zadeh 提出了他著名的模糊集理论, 使人们认识事物的传统二值 $0, 1$ 逻辑转化为 $[0, 1]$ 区间上的逻辑,

这种刻画事物的方法改变了人们以往单纯地通过事物内涵来描述其特征的片面方式,并提供了能综合事物内涵与外延性态的合理数学模型——隶属度函数。对于A、B两类问题,传统二值逻辑认为样本C要么属于A,要么属于B,但是模糊逻辑认为C既属于A,又属于B,二者的区别在于C在这两类中的隶属度不同。所谓模糊模式识别就是解决模式识别问题时引入模糊逻辑的方法或思想。同一般的模式识别方法相比较,模糊模式识别具有客体信息表达更加合理,信息利用充分,各种算法简单灵巧,识别稳定性好,推理能力强的特点。

模糊模式识别的关键在隶属度函数的建立,目前主要的方法有模糊统计法、模糊分布法、二元对比排序法、相对比较法和专家评分法等。虽然这些方法具有一定的客观规律性与科学性,但同时也包含一定的主观因素,准确合理的隶属度函数很难得到,如何在模糊模式识别方法中建立比较合理的隶属度函数是需要进一步解决的问题。

2.4 人工神经网络模式识别

早在20世纪50年代,研究人员就开始模拟动物神经系统的某些功能,他们采用软件或硬件的办法,建立了许多以大量处理单元为结点,处理单元间实现(加权值的)互联的拓扑网络,进行模拟,称之为人工神经网络。这种方法可以看作是对原始特征空间进行非线性变换,产生一个新的样本空间,使得变换后的特征线性可分。同传统统计方法相比,其分类器是与概率分布无关的。

人工神经网络的主要特点在于其具有信息处理的并行性、自组织和自适应性、具有很强的学习能力和联想功能以及容错性能等,在解决一些复杂的模式识别问题中显示出其独特的优势。

人工神经网络是一种复杂的非线性映射方法,其物理意义比较难解释,在理论上还存在一系列亟待解决的问题。例如在设计上,网络层数的确定和节点个数的选取带有很大的经验性和盲目性,缺乏理论指导,网络结构的设计仍是一个尚未解决的问题。在算法复杂度方面,神经网络计算复杂度大,在特征维数比较高时,样本训练时间比较长;在算法稳定性方面,学习过程中容易陷入局部极小,并且存在欠学习与过学习的现象泛化能力不容易控制。这些也是制约人工神经网络进一步发展的关键问题。

3. 模式识别的应用

经过多年的研究和发展,模式识别技术已广泛应用于人工智能、计算机工程、机器学、神经生物学、医学、侦探学以及高能物理、考古学、地质勘探、宇航科学和武器技术等许多重要领域,如语音识别、语音翻译、人脸识别、指纹识别、手写体字形的识别、工业故障检测、精确制导等。模式识别技术的快速发展和应用大大促进了国民经济建设和国防科技现代化。

3.1 字符识别

字符识别处理的信息可分为两大类:一类是文字信息,处理的主要是用各国家、各民族的文字(如:汉字、英文等)书写或印刷的文本信息,目前在印刷体和联机手写方面技术已趋向成熟,并推出了很多应用系统;另一类是数据信息,主要是由阿拉伯数字及少量特殊符号组成的各种编号和统计数据,如:邮政编码、统计报表、财务报表、银行票据等等,处理这类信息的核心技术是手写数字识别。

由于汉字为非字母化、非拼音化的文字,所以在信息技术及计算机技术日益普及的今天,如何将汉字方便、快速输入到计算机中已成为关系到计算机技术能否在我国真正普及的关键问题。目前,汉字输入主要分为信息科技及现代服务人工键盘输入和机器自动识别输入两种。其中人工键入速度慢而且劳动强度大;自动输入又分为汉字识别输入及语音识别输入。从识别技术的难度来说,手写体识别的难度高于印刷体识别,而在手写体识别中,脱机手写体的难度又远远超过了联机手写体识别。到目前为止,除了脱机手写体数

字的识别已有实际应用外,汉字等文字的脱机手写体识别还处在实验室阶段。

3.2 语音识别

语音识别技术技术所涉及的领域包括:信号处理、模式识别、概率论和信息论、发声机理和听觉机理、人工智能等等。近年来,在生物识别技术领域,声纹识别技术以其独特的方便性、经济性和准确性等优势受到世人瞩目,并日益成为人们日常生活和工作中重要且普及的安全验证方式。而且利用基因算法训练连续隐马尔柯夫模型的语音识别方法现已成为语音识别的主流技术。该方法在语音识别时识别速度较快,也有较高的识别率。

3.3 指纹识别

我们手掌及其手指、脚、脚趾内侧表面的皮肤凹凸不平产生的纹路会形成各种各样的图案。而这些皮肤的纹路在图案、断点和交叉点上各不相同,是唯一的。依靠这种唯一性,就可以将一个人同他的指纹对应起来,通过比较他的指纹和预先保存的指纹进行比较,便可以验证他的真实身份。一般的指纹5个大的类别:左旋型(left loop),右旋型(right loop),双旋型(twin loop),螺旋型(whorl),弓型(arch)和帐篷型(tented arch),这样就可以将每个人的指纹分别归类,进行检索。指纹实现的方法有很多,大致可以分为4类:基于神经网络的方法、基于奇异点的方法、语法分析的方法和其他的方法。在指纹识别的应用中,一对一的指纹鉴别已经获得较大的成功,但一对多的指纹识别,还存在着比对时间较长,正确率不高的特点。为了加快指纹识别的速度,无论是对简化图像的预处理,还是对算法的改进,都刻不容缓。

3.4 细胞识别

细胞识别是最近在识别技术中比较热门的一个话题。以前,对疾病的诊断仅仅通过表面现象,经验在诊断中起到了主导作用,错判率始终占有一定的比例;而今,通过对显微细胞图像的研究和分析来诊断疾病,不仅可以了解疾病的病因、研究医疗方案,还可以观测医疗疗效。如果通过人工辨识显微细胞诊断疾病也不偿失,费力费时不说,还容易耽误治疗。基于图像区域特征,利用计算机技术对显微细胞图像进行自动识别愈来愈受到大家的关注,并且现在也获得了不错的效果。但实际中,细胞的组成是复杂的,应该选择更多的特征,建立更为完善的判别函数,可能会进一步提高分类精度。

4. 模式识别的发展

模式识别是一个交叉、综合的科学技术领域,不仅与其他信息学科而且和包括数理科学、生命科学、地球科学、工程与材料科学、管理科学、环境科学的相互作用和渗透愈来愈愈,其科学界很可能随着发展而逐渐模糊。其发展离不开应用和工程,离不开国家目标。因此,其科学技术内涵与外延应该与时俱进、更新和扩展,研究的方向与内容应该更具有综合性、交叉性,更强调国家目标的实现,解决国家急需的重大问题、重大关键技术攻关和社会发展中的科学技术难题和基础理论问题。

[参考文献]

- [1] 边肇祺,张学工等. 模式识别(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社,2000,01.
- [2] 沈清,汤霖. 模式识别导论[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1991.
- [3] Kanal L. Pattern in pattern actions recognition:1968-1974[J]. IEEE TransonIT, 1974, 20(6): 697-722.
- [4] 戚飞虎. 模式识别与图象处理[M]. 上海:上海科学技术出版社,1989.
- [5] 黄宁. 遥感图像中模式分类技术的研究[D]. 中国科学院,2003.
- [6] 沈清,汤霖. 模式识别导论[M]. 北京:国防科技大学出版社,1998.