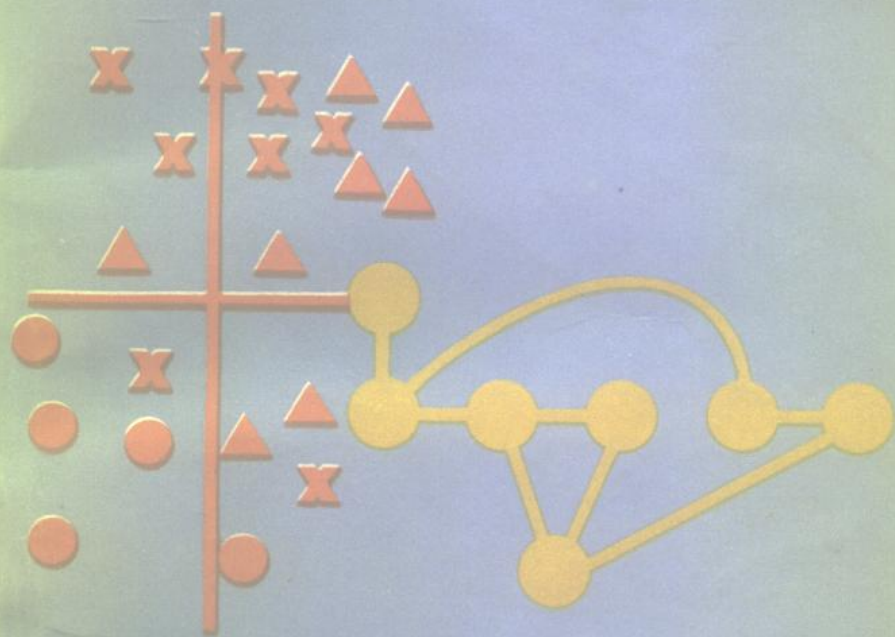


电信技术普及丛书



25

模式识别

陈尚勤 魏鸿骏 编著

51.925
606
1

电信技术普及丛书

模 式 识 别

陈尚勤 魏鸿骏 编著

人民邮电出版社

DETA/23.7

内 容 提 要

本书介绍模式识别—用机器代替人来识别事物的现代技术、概念和基本方法，介绍模式识别在邮政、电信等方面的应用。详细讲述各类模式识别的基本原理，包括对照模板作识别、应用统计概念作识别、应用组合聚类法、修改聚类法作识别、句法和直接法模式识别等。此外，还介绍语音识别、文字识别、事物识别和分析，讲述了近年来发展的“剪辑近邻法”及“集群法”的基本概念和应用实例，并对如何使用计算机或微型计算机来作模式识别作了简明扼要的解说。全书着重讲述基本概念，比较通俗易懂，可供广大电信技术人员阅读。

电信技术普及丛书

Moshi Shibie

模 式 识 别

陈尚勤 魏鸿骏 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1984年5月第一版
印张：8 24/32 页数：140 1984年5月河北第一次印刷
字数：197 千字 印数：1—6,000 册

统一书号：15045·总2847-无6273

定价：0.87 元

1984.12

出版者的话

为了普及电信技术知识，特别是电信新技术知识，为我国的通信现代化服务，我们组织编写了一套“电信技术普及丛书”，陆续出版。这套丛书的主要读者对象是具有中学文化水平、有一些电信基本知识的工人、管理干部和初级技术人员。在编写中，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂；使读者读过一书后，能对某项技术的基本原理和主要情况有一个概括的了解，作为进一步学习的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

前 言

“模式识别”是一门研究用机器代替人来识别事物的学科。有了模式识别技术设备之后，人们只要用这种机器，而不必通过视觉、听觉、触觉等感官和脑的思维，就可以识别许多东西。这不仅减轻了人的体力和脑力劳动，还可以提高识别能力，使人们能完成以前所不能完成的大量识别工作。例如，现在利用一台“邮政编码、识别分拣机”来作函件分拣处理，其速度达每秒十封信，并可连续几十天不停地进行识别与分拣，这是以前人们所做不到的。模式识别设备除可用于邮政、电信方面外，还广泛用在国民经济、医疗卫生和国防设施等方面。例如，各种工业机器人的眼、耳和触觉感官设备；各种医疗诊断用的心电、脑电、超声波自动诊断系统，染色体、细胞、血球分类设备，X光胸部照片分析器；公安部门用的指纹识别系统；遥感遥测用的图片及卫星拍摄照片的识别和分析设备等等。正因为模式识别是个通用的学科，所以它越来越引起人们的注意和重视。人们感到需要更广泛、更满意地运用这种技术，就不能不对它的基础理论、方法和设备作更深入的研究和探讨。特别是近二十年来，人们在模式识别设备中引用了计算机，这就促进了模式识别技术随着计算机的发展而迅速发展。许多新的理论不断出现，识别方法日臻完善，新的应用更加广泛。

本书先从最基本的模式识别原理讲起，逐步讲到许多有效的实用方法及其应用知识，然后讲到应用计算机来进行模式识

别的各种近代设备原理。这种讲法，很自然地向读者反映了这门技术的发展过程和状况。

模式识别学科中的新概念较多。讲模式识别的专门著作，一般涉及的知识面相当多，有的用到了概率统计、信号处理、图象处理、语言学、计算机和计算技术、代数和逻辑及许多高深数学。本书为了便于读者理解，避开了许多上述专业知识上的难点，而着重基本概念的阐述，对大多数方法，都结合例子来说明其原理和识别步骤。能采用数字例子的，就尽量采用数字例子，以加深读者的理解。讲到最后，也使读者能够了解较多的近代模式识别技术知识。

作者水平有限，多数由浅入深的讲法还是初次大胆尝试，难免有不妥当和不正确之处，敬请读者指正，本书初稿承清华大学自动化系信号处理和模式识别教研组边兆祺、刘松盛、高林三位副教授详细审阅，提出了不少宝贵的改进意见，谨在此表示感谢。

陈尚勤 魏鸿骏

1982年10月于成都电讯工程学院

目 录

前言

第一章 概说	(1)
1.1 什么叫模式识别? 它对邮政电信 有什么用处?	(1)
1.2 模式识别有哪些主要步骤和方法?	(2)
1.3 内容安排	(7)
第二章 用对照模板的概念来作识别	(8)
2.1 怎样去选定特征?	(8)
2.2 怎样定义差距?	(11)
2.3 用什么方法能够减少识别的计算工作量? ...	(12)
第三章 应用统计的概念来作模式识别	(15)
3.1 什么叫做概率密度曲线? 怎样用 它来作识别?	(15)
3.2 给出概率密度曲线的结构形态时, 怎样去进行识别?	(30)
3.3 用“邻居”的概念来进行识别	(33)
3.4 应用重复运算逐次调整的概念 来求判别界限和进行识别	(42)
3.5 如何制定一种识别方法, 使判别界 限 偏差的平方总和最小?	(61)
第四章 没有老师的指导, 也能识别和分类	(66)
4.1 为什么要研究没有老师指导的识别和分类?... (66)	

4.2	没有老师能够识别和分类吗?	(67)
4.3	怎样进行没有老师指导的分类?	(68)
第五章	语言学启示我们作模式识别	(84)
5.1	语言学和模式识别有着密切关系	(84)
5.2	把语言学作比较严格的描述——“形式语言” 的产生	(86)
5.3	文法有哪些类型? 它们和模式识别 有什么关 系?	(91)
5.4	怎样用分析 3 类文法的方法来作模式识别?...	(97)
5.5	怎样用分析 2 类文法的方法来作模式识别?...	(100)
5.6	文法规则是怎样建立的?	(112)
5.7	要识别的符号串受到干扰时 怎么办? ——随 机文法识别方法的诞生	(119)
第六章	模式识别的直接方法	(129)
6.1	直接方法和判决表	(129)
6.2	把大的判决表化成一系列的小表	(132)
6.3	象老师评分那样的直接法	(138)
第七章	机器怎样识别声音?	(142)
7.1	识别声音需要提取哪些特征? 怎样提取? ...	(144)
7.2	发话的人是谁? 是他(她)吗?	(162)
7.3	用机器来识别话音	(170)
7.4	用随机文法作识别的话音识别系统	(174)
第七章	附录 介绍一种多阶段最佳决策的分析处理 方法——动态规划方法	(177)
第八章	机器怎样识别文字和符号?	(182)
8.1	文字识别系统有哪些类型? 包含哪些部分?...	(182)
8.2	文字识别的光电转换和预处理	(184)

8.3	怎样提取文字的特征?	(190)
8.4	介绍一种用模板匹配法的汉字识别系统	(196)
8.5	介绍两种用句法方法的手写体数目字识别系统	(199)
第九章	景物识别和景物分析	(212)
9.1	什么叫景物识别和景物分析? 有什么用处?	(212)
9.2	景物识别时要作哪些预处理?	(214)
9.3	在景物识别过程中要进行区域分割	(216)
9.4	从景物里提取特征	(223)
9.5	景物识别系统的识别部分	(237)
第十章	用计算机来作模式识别	(238)
10.1	微型计算机	(239)
10.2	怎样让微型计算机照我们的意志来进行识别?	(250)
10.3	声音、文字等等模式识别的传感装置怎样和微型计算机接上口?	(256)

第一章 概 说

1.1 什么叫模式识别?它对邮政电信有些什么用处?

“模式”的原意是指供模仿用的完美无缺的标本,所以“模式识别”就是识别出给定的事物和哪一个标本相同或者相近。有时我们把模式识别理解成模式分类,这时把供模仿的标本分成若干类,再来判别给出的事物应该属于哪一类。给出的事物可以是声音、文字、具有特定形状的物品等等,对它们的识别分别叫做“声音识别”、“文字识别”、“景物的分析和识别”…。事实上我们随时都在作模式识别和分类。当和人交谈时,你要对对方的发音作声音识别,当看资料时,你要作文字识别,当你取茶杯时,又得作景物识别,也就是从景物或图象的背景和其它形状的各种物体中,判别出茶杯来的识别。上面所举的例子是由人来进行模式识别。但是我们希望由机器去完成上面谈到的各种识别。用机器代替人作识别,不但可以节约人力,并且可能在某些方面做得更细致和准确。电子计算机是代替人作模式识别的理想机器,本书所讨论的就是利用通用的或者专用的计算机(也就是自己设计的识别机)来作模式识别的问题。包括怎样利用计算机来识别手写体的邮政编码;怎样识别由印刷体汉字写成的命令或者由话音发出的命令,从而控制通信设备的操作;怎样从由光电转换装置所摄得的图象中

识别出所需要的物品，譬如有特定形状或者特殊标志的邮政包裹，等等。我们着重介绍模式识别的基本概念、思路和方法。需要在这方面工作的读者可以通过参阅计算机方面的基本书籍，编制出计算流程图和程序，通过计算机来作模式识别，或者设计出由相应的元、器件作成的识别机来完成模式识别的任务。

现在，用机器代替人来识别事物的模式识别技术已经提上日程。邮政和电信是模式识别技术应用的一个重要方面。除了用在已提到的邮政编码、邮政包裹的自动识别，用汉字或符号写成的命令控制通信设备这些方面以外，还可以用于话音控制的电话拨号，话音控制的电话内容的自动记录，用话音选择地址通道，所指定的讲话人的自动辨别，自动回答用户用话音所作的查询和合理地划分邮政区域等等方面。随着电子技术，尤其是计算机技术的发展，模式识别设备的质量会愈来愈高，价格会愈来愈便宜，应用的范围也会愈加广阔。

1.2 模式识别有哪些主要步骤和方法？

无论是作声音的或者是作文字的模式识别，一般都要经过两个大步骤，那就是预处理步骤和识别步骤（参看图1.1）。由于所给出的识别标准（模式）的形式不同，识别步骤所采用的方法也就有好几类，现分别介绍如下。

（1）模板匹配法 在这种模式识别方法里，对于每一个待识别的类别，所给出的识别标准（模式）是个典型的模板。例如有个两类识别问题（两类中选择一类的问题），待识别的是7、8两个字，我们就需要给出7、8两个字的标准模板，譬如图1.2(a)、(b)里的那样。这类方法最适宜用在印刷体的

• • •
3000122



图 1.1 模式识别的简单方框图

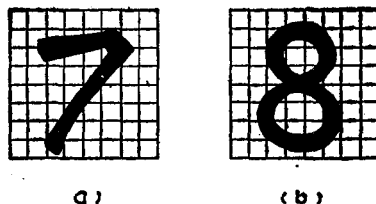


图 1.2 7、8两字的标准模板

符号、汉字或者别类文字的识别。这种方法的基本思路是定出各类模板的特征，例如规定模板中的黑色面积是特征，于是可以从图1.2(a)、(b)分别知道7字模板的特征值是10.1（单位是小方块的面积，就是指特征值是10.1个小方块），而8字模板的特征值是15。当待识别的字到来时，我们也按同样的关于特征的规定，求得它的特征值，并且分别求出它和7、8字模板的特征值的差值。如果与某个模板的特征值的差值小于一个规定的界限值（也就是说与这模板匹配），我们就判定待识别字是那个模板相应的字。例如待识别字的特征值是11，而规定的差值界限值是1，于是由于 $(11 - 10.1) < 1$ ，我们就判它是7字。显然在进行识别的判决步骤之前，我们要先求出特征值（也就是求出黑色面积），这个步骤叫做特征提取步骤，它属于上面所说的预处理步骤（见图1.1）。对于不同的识别问题和识别方法，所选取的特征值和预处理步骤也可能不一样。

(2)统计方法 有些识别问题，对于每一个类别，不容易

给出一个典型的模板，而只能给出一批彼此之间有相当差别的模板（或者叫样本）。例如待识别的是手写体的数目字7和8。由于是手写的，所以可能出现图1.3、及图1.4里的那些形状的7和8。各个7、各个8之间有些差别，但都在容许的变形范围之内。我们请很多用户书写了形式可能有所不同的大量的7和8字，并且把这批字代替(1)里所说的模板都作为识别的标准和基础。这种运用统计的方法和概念来作识别的方法，叫做识别的“统计方法”或者“统计决策法”。

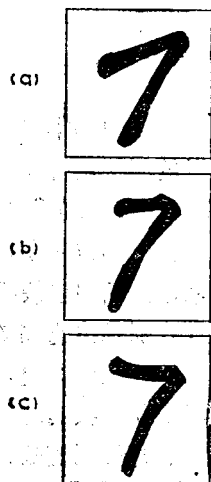


图 1.3 用户所写的7字例子

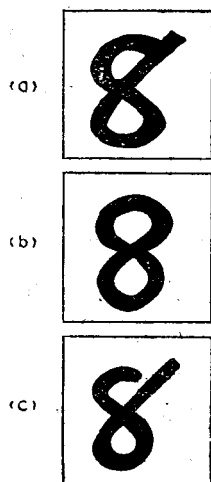


图 1.4 用户所写的8字例子

对于上面所说的例子，在识别的预处理步骤里，需要求的特征值仍然是待识别字的黑色面积。

(3) 句法方法 如果我们按一定的规律利用相应的光电转换设备将图1.2(a)里的7字作折线化处理，把它分解成有顺序的折线段，就可以把7字用一串符号（称为符号串）来表

示。例如我们把图1.2(a)里的7字分成图1.5里显示出的7个折线段，并且把每个折线段都附上一定的方向值（方向值按图1.6里的规定得到，每个折线段的方向定成是与图1.6里1~7的方向中最接近的那个），于是图1.5里的7字可以由0005555符号串来表示。用类似的方法也可以把图1.2(b)中的8字表示

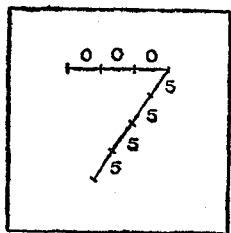


图 1.5 折线化了的7字

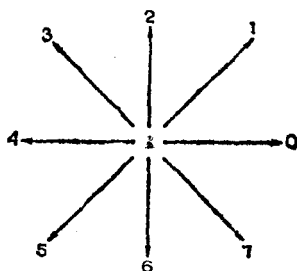


图 1.6 方向值和方向的对应规则

成另一个符号串。同样是个7字，由于容许有一定的书写上的变形，所以不一定只是0005555符号串才能代表7。例如000-555、00555或者005556也可能代表7字。所以要识别7字，就应该了解对于所有代表7字的符号串，它们的符号之间具有什么样的联系规则。这个识别、分类问题与语言学里识别一个句子属于哪类语言的问题很相象。0005555里的每个符号（譬如0）对应于句子里的一个“字”，整个符号串0005555就对应于一个“句子”。对于某类语言，句子里的字的先后连接不是随意的，它是受句法规则所限制的，例如在英文中，冠词的后面只能紧跟名词，而不能跟随动词，所以待识别符号串里符号之间的联击规律，就对应于某类语言的句法规则。“形式语言”学就是用数学的方式写出句法规则，并且研究检验句子（符号串）是不是符合句法规则的一门学问。它提供了计算机所用的检验程序。我们正好借用这门学问所提供的方法和概

念，来制定上面所说的属于7字的符号串（句子）应该具有的句法规则，并且沿用这门学问中的检验方法来检验待识别的符号串是否属于7字，这样也就完成了识别的任务。

在这种识别方法中，所给出的识别标准代表待识别事物的符号串里符号之间的联系规则，我们把这种方法叫做“句法方法”。在这种方法的预处理步骤里，需要进行的工作是把待识别的字分段和测出方向，从而得到符号串里的各个符号。这些符号在“句法方法”中又叫做“基元”，它所起的作用和前面所说的方法里特征值所起的作用是类似的。

（4）直接法（直接逻辑法） 对于有些识别问题，所给出的识别标准（准则）是一批特征值之间的分类条件式。例如对于上面说的识别7、8两个字的例子，我们可以规定需要从预处理步骤中得到的特征值是待识别字中的闭合圈的数目（现在用 N_L 表示）。于是，由于8字至少有一个闭合圈而7字没有，所以如果

$$N_L \geq 1 \quad \text{便判成是 8} \quad (1.1)$$

否则判成是7。我们可以很容易地按照（1.1）这个条件式直接用计算机的算法语言排出识别的程序。在作识别时，只要把预处理部分得到的 N_L 值作为计算机的输入数据，就可以得到识别的结果。

上面所讲的当然是极简单的例子。当待识别的数字不只是7、8，而是0~9等十个字时，我们就需要在预处理步骤里多求出一些特征，并且需要多一些条件式和排出相应的较复杂的计算机程序来作识别。

在直接法里所说的条件式和句法方法里所说的句法规则有些相象，但是它们之间也有基本的差别。句法规则是各个基元或者基元的组合前后之间的联系规则，而条件式却是一些特征

的数量值之间应该满足的条件。

1.3 内 容 安 排

在本书的第二到第六章里，我们将结合例子分别讨论识别的模板匹配法，统计法、句法方法和直接法。所选用的例子一般是简单的，目的在说明各种识别方法的基本概念和基本步骤。对于实际的识别问题，譬如对于声音、文字等识别设备的设计，当然还要补充考虑一些具体的问题，包括一些需要补充的预处理步骤和识别步骤，这些将在第七、八、九章里来进行讨论。

在第一到第六章里所介绍的概念、识别方法和步骤无疑是重要的。但是要完成识别任务，还需要把这些方法和它们在计算机上的实现联系起来。怎样把一些待识别的模拟信号数据（例如一个待识别的声音音节）和体现识别方法的程序送进一个微型计算机里去，并且使数据和程序协调地工作来完成识别的任务呢？

我们将在第十章里介绍这方面的知识，使读者对整个的识别过程有个比较完整的概念。

第二章 用对照模板的概念来作识别

在第一章里曾经结合识别 7、8 两个数目字的例子，简单地叙述了什么叫“模板匹配法”（参看图 1.1），那就是先选定识别的特征（在例子里是字的黑色面积），并且求出各类字的模板的特征值。当待识别的字到来时，我们也按同样的规定得到它的特征值，再求出这特征值与各类模板特征值之间的“差距”。如果与某类模板特征值之间的差距小于一个规定值，我们就把待识别字判成是属于与这类模板相应的类别。可以看出，我们还应该进一步研讨下面的问题：

(1) 应该怎样去选定“特征”？

(2) 应该怎样去定义“差距”？

(3) 如果待识别字的类别很多（例如对于识别 1000 个印刷体汉字的问题，那就有 1000 类），模板的数目也就很多，要识别一个字便需要很多个差距并且作比较。是不是存在减少计算工作量的一些方法呢？现在就分别讨论这些问题。

2.1 怎样去选定特征？

在上面说的识别 7、8 两个字的例子里，只选择了“黑色面积”这一个量作为特征，也就是说所选择的特征数是 1。选择的特征数少固然可以减少识别时的计算工作量，但是能够选用这样少的特征而仍能满意地完成识别任务，主要是因为识别的类别数目很少（只有 7、8 字两类）。如果要识别的是 1000