

Chapter 1 绪论

要点:



中山大學

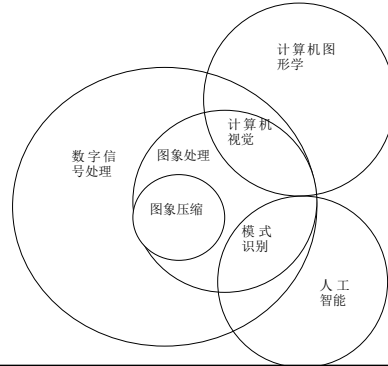
- 掌握模式识别的基本概念
- 通过学习一个模式识别的例子,掌握模式识别系统组成环节.

1.0 模式识别的基本知识



中山大學

- 模式识别是一门技术科学，目的就是要研究出能自动进行模式分类和描述的机器系统。
- 模式识别就是要用机器去完成人类智能中通过视觉、听觉和触觉等感官识别外界环境的自然信息的工作。
- 模式识别是一门边缘学科。它与人工智能、信号处理、计算机科学技术、概率统计、最优化理论、模糊集论、信息论、数字图象处理、形式语言、心理学、语言学等有密切的联系。



3

模式：

- 所有人类能用其感官直接或间接接受的外界信息都称为模式。例如声音、图形、文字、状态、气味等等；
- 模式不是指事物的本身，而是指我们从事物获得的信息。
- 通常把对具体的个别事物进行观察所得到的、用数学形式表达的特征描述称为模式（样本），而把同一类中样本的总体称为模式类。

模式识别 (Pattern Recognition) :

- 用计算机实现人对各种事物或现象的分析, 描述, 判断, 分类。

4

模式识别的发展史



中山大學

- 1929年 G. Tauschek发明阅读机，能够阅读0-9的数字。
- 30年代 Fisher提出统计分类理论, 奠定了统计模式识别的基础。因此，在60~70年代，统计模式识别发展很快，但由于被识别的模式愈来愈复杂，特征也愈多，就出现“维数灾难”。但由于计算机运算速度的迅猛发展，这个问题得到一定克服。统计模式识别仍是模式识别的主要理论。

5



中山大學

- 50年代 Noam Chomsky 提出形式语言理论
美籍华人傅京荪 提出句法结构模式识别。
- 60年代 L. A. Zadeh提出了模糊集理论，模糊模式识别理论得到了较广泛的应用。
- 80年代 Hopfield提出神经网络模型理论。近些年人工神经网络在模式识别和人工智能上得到较广泛的应用。
- 90年代 小样本学习理论，支持向量机、核分析也受到了很大的重视。

6

Fu, King-Sun (傅京蓀, 1930-1985)



中山大學



H. Freeman ed., Studies in Pattern Recognition – A memorial to the late Professor King-Sun Fu, World Scientific, 1996

- 國立台灣大學理學士
- 美國工程科學院院士，台灣中央研究院院士
- Professor, [Purdue University](#)
- Founded [IAPR](#) and served as first president
- Widely recognized for his extensive contributions to [pattern recognition](#)
- [IAPR](#) gives the biennial [King-Sun Fu Prize](#) to a living person for outstanding contribution to pattern recognition
- 1st editor of *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*

7


关于模式识别的国内、国际学术组织




中山大學

- 1973年 IEEE发起了第一次关于模式识别的国际会议“ICPR”，成立了国际模式识别协会——“IAPR”，每2年召开一次国际学术会议。
- 1977年 IEEE的计算机学会成立了模式分析与机器智能（PAMI）委员会。
- ICCV, CVPR
- 国内的组织有电子学会，通信学会，自动化协会，图象图形学会....。

8





中山大学

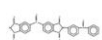


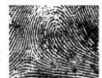
模式识别的应用领域：


- **文字识别**
字种识别、印刷体与手写体、在线 (on line) 与离线 (off line)。
在计算机文字输入、出版印刷、邮件分拣、银行业务上有应用；
- **语音识别**
语音语义识别、说话人身份鉴别；
- **生物特征识别**
脸像识别、语音识别、虹膜识别、指纹识别、签名识别、掌纹识别、足迹识别、笔迹识别、步态识别等。
- **智能交通**
车牌识别、车型识别、车流量监控；
- **医学上应用**
心电图分析、脑电图分析、染色体分类、癌细胞分类、血相分析以及医学图片分析，包括X光片、CT片和磁共振片的分析；
- **工业上应用**
产品包装分类；冶炼温度监控及其他工业化的自动控制。
- **军事上应用**
借助可见光、雷达和红外图象检测和鉴别目标的出现；
对运动中的目标进行监视与跟踪；
采用地形匹配的方法校正飞行轨道以提高导弹的命中精度；
- **航天航空上应用**
借助遥感图片，检测地下矿藏、农作物分布、气象预报和森林灾害。

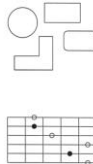













9



中山大学

1.2 一个模式识别例子

一个鱼品种自动分类的系统，区分鲑鱼 (Salmon) 和鲈鱼 (sea bass)。

- 模式分类的基本过程 — 由三个关键步骤组成：

输入样本 → **预处理** → **特征抽取** → **分类判别** → 模式分类和结构描述

图象分割

图象增强

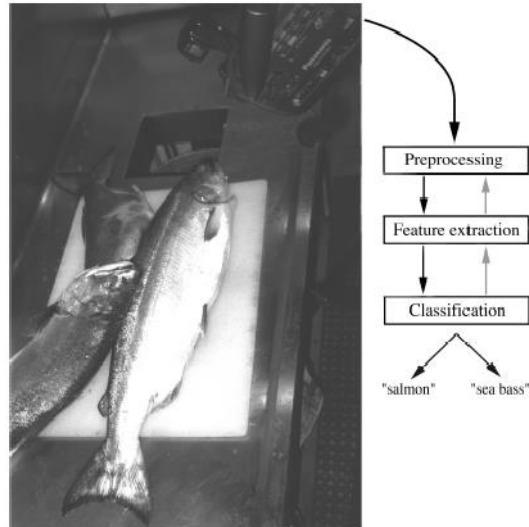
特征提取

特征选择

- **预处理**
目的是去除噪声，加强有用的信息。如对象分割、边缘检测、图象增强。
- **特征抽取**
要建立模式识别系统，必须要测量对象的特性，产生描述参数。这些原始数据组成的空间，叫做测量空间。
为了有效进行分类识别，要对原始数据进行变换，以获得最能反映分类本质的特征，由特征数据组成的空间叫特征空间。
- **识别**，即模式分类或模式描述：根据所获得的特征来一个被测对象赋一个类别标记。

10

一个模式识别例子



11

鱼的特征：长度和光泽度



图 1-2 两种鱼的长度特征直方图。不存在单一的阈值能够将两种鱼无歧义地分开。如果只利用长度这一个特征，出现分类错误是不可避免的。图中的 l^* 是一个最佳的阈值，从这里分类的平均误差率最小

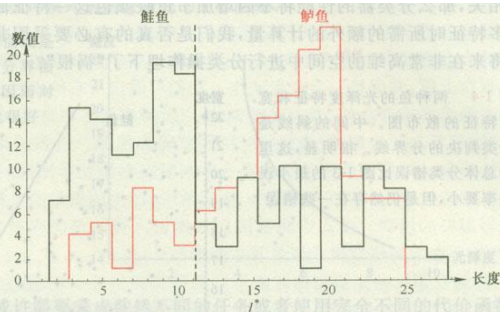
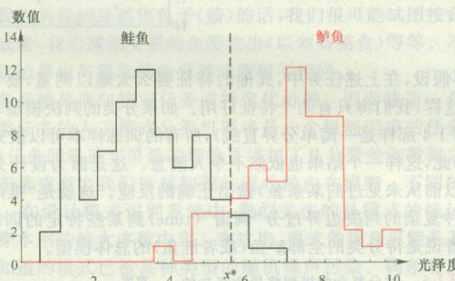


图 1-3 两种鱼的光泽度特征直方图。不存在单一的阈值能够将两种鱼无歧义地分开。如果只利用光泽度这一个特征，出现分类错误是不可避免的。图中的 x^* 是一个最佳的阈值，从这里分类的平均误差率最小(译者注：而且比图 1-2 的最小误差率也要小)



12

鱼的特征：长度



中山大学

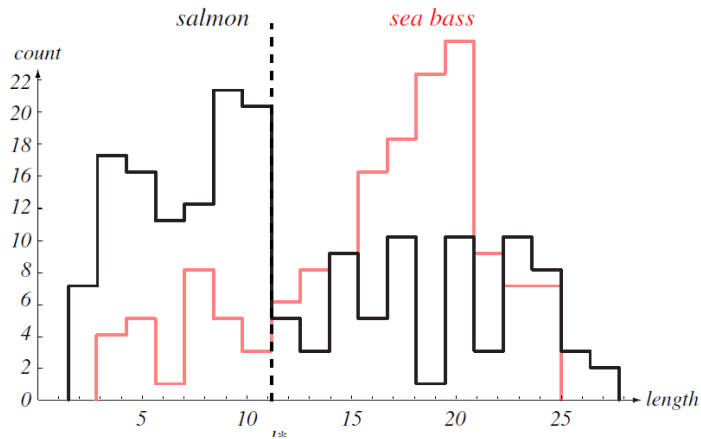


FIGURE 1.2. Histograms for the length feature for the two categories. No single threshold value of the length will serve to unambiguously discriminate between the two categories; using length alone, we will have some errors. The value marked l^* will lead to the smallest number of errors, on average.

13

鱼的特征：光泽度



中山大学

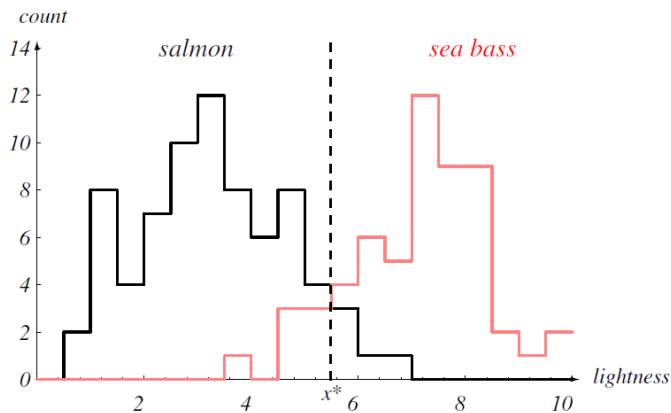


FIGURE 1.3. Histograms for the lightness feature for the two categories. No single threshold value x^* (decision boundary) will serve to unambiguously discriminate between the two categories; using lightness alone, we will have some errors. The value x^* marked will lead to the smallest number of errors, on average.

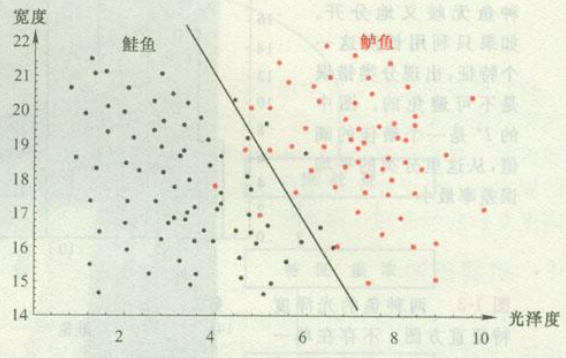
14



中山大學

鱼的特征：宽度和光泽度

图 1-4 两种鱼的光泽度特征和宽度特征的散布图。中间的斜线是分类判决的分界线。很明显，这里的总体分类错误比图 1-3 的最小误差率要小，但是仍然存在一些错误



➤ 一个对象的所有特征参数值组成向量，称为特征向量。

二维特征： $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

➤ 是否特征越多越好？ 否！

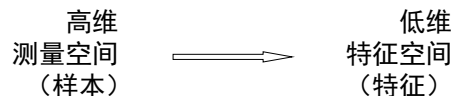
15



中山大學

- 良好特征的4个特点：
- (1) 可区别性（不同类）
 - (2) 可靠性（同类）
 - (3) 独立性（特征间）
 - (4) 参数少（复杂性）

➤ 样本参数和特征的关系：



➤ 模式分类的中心任务，就是确定一个决策，使得代价函数最小；

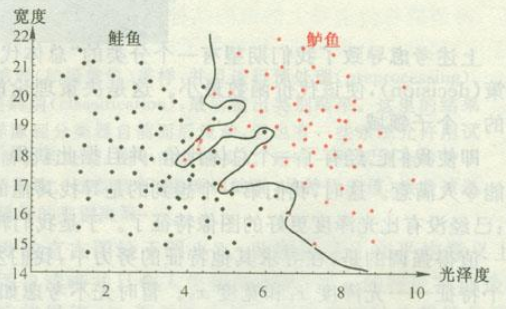
16



中山大學

➤ 过分复杂的模型将导致复杂的判决曲线。

图 1-5 过分复杂的模型将导致复杂的判决曲线。虽然这种判决曲线对训练样本可以得到完美的分类效果，但是对将来的新模式推广能力很差。例如，图中标记“?”的新模式应该更像是鲑鱼，然而却被分类为鲈鱼



推广能力：对新样本正确分类的能力。推广能力不好，也称为过拟合现象。

- 采用更多的训练样本，是否可以获得特征向量的更好估计。
可以，但通常容易获得的样本数据很有限——小样本数据

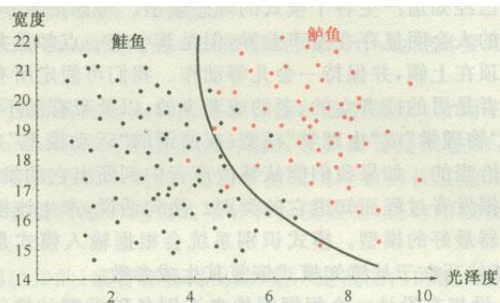
17



中山大學

➤ 尽可能寻求某种“简化”的分类器的方案。

图 1-6 图中标示出的判决曲线是对训练样本的分类性能和分界面复杂度的一个最优折中。因而对将来的新模式的分类性能也很好



- 保持“推广能力”与“复杂度”的折中。

18



中山大學

- 分类判决任务一般是面向特定任务或特定代价的。
对于相同的输入模式，可能需要完成不同的任务或者使用不同的代价函数，将导致不同的结果。

如鱼分类是用于做鱼子酱的，也有可能是做猫食的。

- 特征提取，是为了寻找这样的表达，同类模式样本之间的距离尽可能接近，不同类模式样本之间的距离尽可能远离。
- 鲁棒的特征，即是对噪声或其他干扰不敏感的特征。

19



中山大學

- 模式识别方法的分类：
模式识别主要用两类方法进行，即决策论方法（统计方法）和结构（句法）方法。许多具体的模式识别方法都可以归结到这两种方法中来。

模式识别分二类：{ 结构(句法)模式识别
统计模式识别（神经网络模式识别）

- 统计方法是模式识别的基础，因为句法结构模式识别方法中关键的基元选择是要用统计识别方法得到的。

20



中山大學

➤统计模式识别

统计模式识别方法就是用统计的方法划分各类模式所归属的特征空间。

从被研究的模式中选择能足够代表它的若干特征（设有 d 个），每一个模式都由这 d 个特征组成的在 d 维空间的一个 d 维特征向量来代表，于是每一个模式就在 d 维特征空间占有一个位置。一个合理的假设是同类的模式在特征空间相距很近，而不同类的模式在特征空间则相距较远（**紧致性**），这是因为相距近的模式意味着它们的各个特征相差不多，从而在同一类中的可能性也较大。

21



中山大學

➤ 结构模式识别：

结构模式识别方法主要研究和利用结构的模式信息进行识别，其中比较成功的是句法结构模式识别方法。

➤ 句法结构模式识别方法把模式的分层结构类比于语言中句子的构造，利用形式语言学的理论来分析模式。然后检查代表这个模式的句子，是否符合预先规定的某一类文法规则，如果符合，那么这个模式就属于这个文法所代表的那个模式类。

例如，句子由单词按文法规则构成。同样，模式由一些模式基元按一定的结构规则组合而成，分析模式如何由基元构成的规则就是结构分析的内容，这相当于在形式语言学中对一个句子作句法分析。

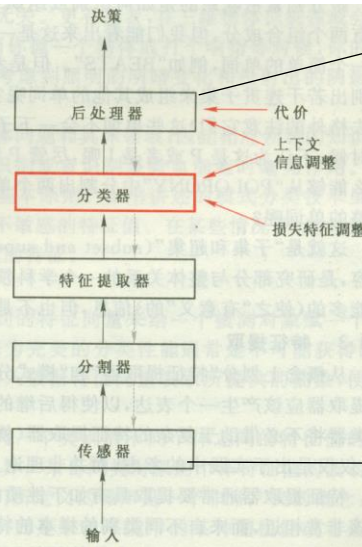
22

1.3 模式识别系统



■ 典型的模式分类系统：

图 1-7 很多模式识别系统都可以按这种方式划分为模块。传感器把图像声音等物理输入转换为输入信号。分割器将物体与背景及其他物体分开。特征提取器测量用于分类的物体属性。分类器根据特征给物体赋予类别标记。最后，后处理器作一些其他考虑，比如上下文信息、错误代价、选择合适的动作。尽管这种描述强调了信息单方向自下而上流动，但是有些系统采用了反馈机制(图中向下的浅色线)



每个分类结果都需要产生特定的动作。

如摄象机、麦克风等

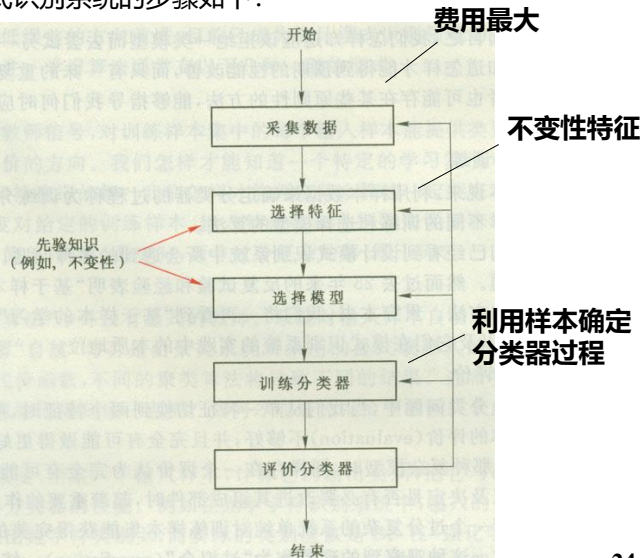
23

1.4 设计循环



■ 通常，设计一个模式识别系统的步骤如下：

图 1-8 设计模式识别系统包含这里的一个设计循环。用于训练和测试的数据必须首先被采集。数据的特性描述影响后续的特征选择和模型选择。然后分类器要被训练以确定系统的参数。评价过程常常导致前面处理的多次重复，以得到满意的结果



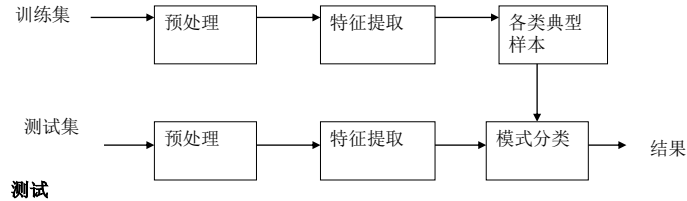
24



中山大學

➤统计模式识别系统有训练和识别两个过程组成：

训练：



25



中山大學

1.5 学习和适应

- **学习**，指用某种算法来降低训练样本的分类误差。

如：设计分类器时利用训练样本的信息进行建模，或在特定的分类器形式下，利用训练样本去估计模型参数，都可以称为学习。

- **目前的主流学习算法**

基于梯度下降的算法，能够调节分类器参数，降低分类错误。

26



中山大學

一些术语:

■ 有监督学习

在有监督学习中, 存在一个教师信号, 对训练样本集中的每个输入样本能提供类别标记和分类代价, 并寻找能降低总体代价的方向。

■ 无监督学习

在无监督学习算法或“聚类算法”中并没有显式的教师。系统对输入样本自动形成“聚类”(cluster)或“自然的”组织。所谓“自然”与否是由聚类系统所采用的显式或隐式的准则确定的。

给定一个特定的模式集和代价函数, 不同的聚类算法将导致不同的结果。通常要求用户事先指定预定的聚类的数目。

■ 强化学习

训练模式分类器的典型做法是, 给定一个输入样本, 计算它的输出类别, 把它与已知的类别标记作比较, 根据差异来改善分类器的性能。

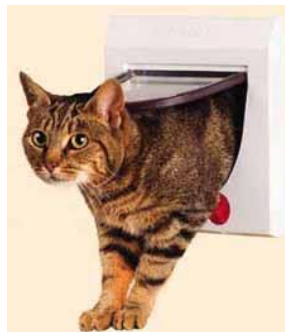
在“强化学习”(re-inforcement learning)“或基于评价的学习”(learning with a critic), 并不需要指明目标类别的教师信号。相反的, 它只需要教师对这次分类任务完成情况给出“对”或“错”的反馈。

27



中山大學

Cat vs. Dog



By A. K. Jain

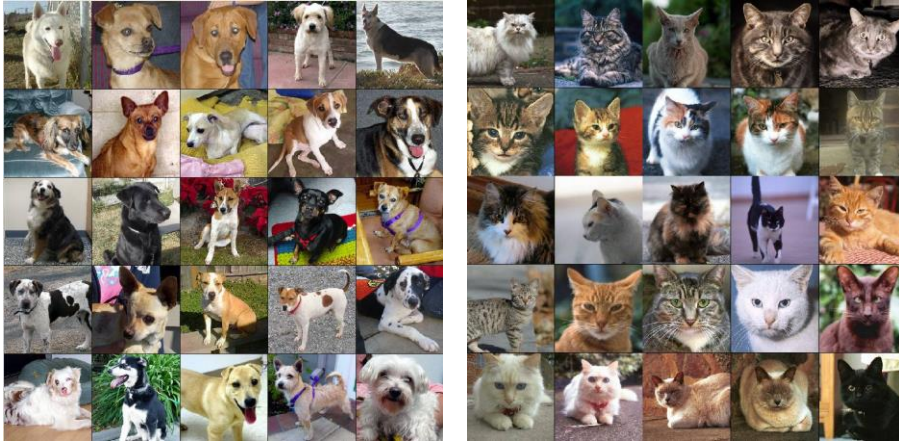
<http://www.cse.msu.edu/~cse802/>

28

Supervised Classification



中山大學



By A. K. Jain

<http://www.cse.msu.edu/~cse802/>

29

Unsupervised Classification



中山大學



By A. K. Jain

<http://www.cse.msu.edu/~cse802/>

30