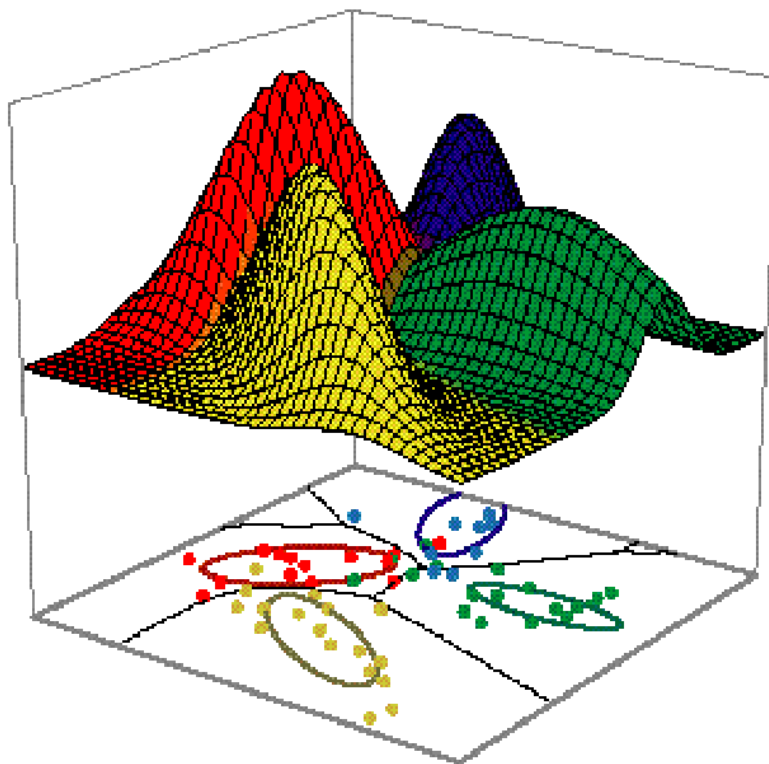


模式识别原理



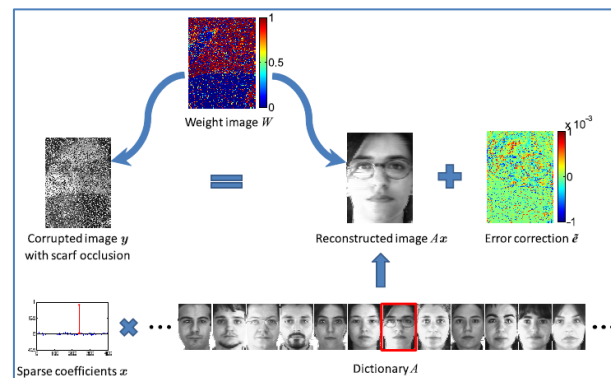
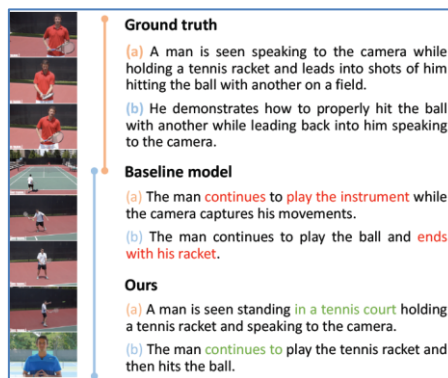
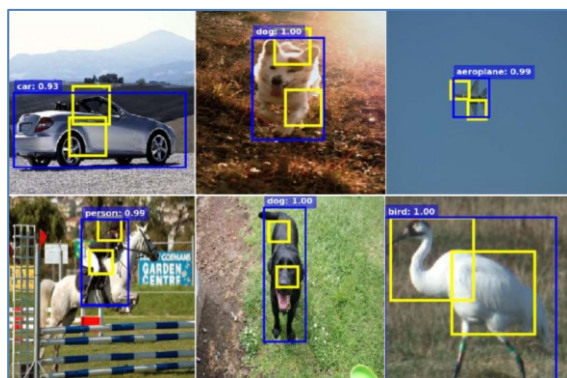
模式识别原理

T: 郑慧诚

TA: 刘泽华

zhenghch@mail.sysu.edu.cn liuzh283@mail2.sysu.edu.cn

- 研究领域: 图像理解与计算机视觉



模式识别的发展史

- 1929年G. Tauschek发明阅读机，能够阅读0-9的数字。
- 1930年代R. Fisher提出统计分类理论，奠定了统计模式识别的基础。
- 在20世纪60～70年代，统计模式识别发展很快，但由于模式愈来愈复杂，特征也愈多，出现“维数灾难”。由于计算机的迅猛发展，该问题得到一定克服。统计模式识别仍是模式识别的主要理论基础。



Gustav Tauschek (1899 – 1945), 奥地利发明家



"To consult the statistician after an experiment is finished is often merely to ask him to conduct a post mortem examination. He can perhaps say what the experiment died of."

Ronald Fisher

Ronald Fisher (1890 – 1962),
英国统计与遗传学家

- 50年代A. N. Chomsky提出形式语言理论，在此基础上美籍华人傅京孙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。人工神经网络在模式识别和人工智能上得到广泛应用。
- 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。
- 目前统计与基于神经网络的模式识别占主导地位，深度学习开创了新局面。
- 鲁棒性、自适应性、泛化性是当前三大瓶颈。



Fu, King-Sun (傅京孙, 1930-1985)

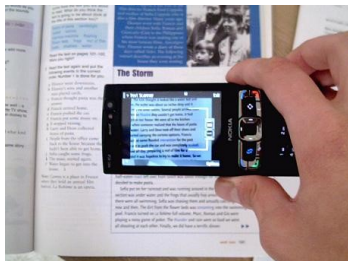
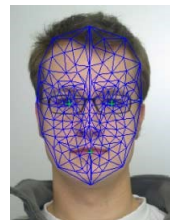
- 国立台湾大学理学士
- 美国工程科学院院士，普渡大学教授
- 对模式识别做出杰出贡献并在国际上广受尊敬
- 创立IAPR（国际模式识别学会）并为第一任主席
- IAPR最重磅的King Sun Fu Prize（傅京孙奖），是模式识别的最高荣誉和终身成就奖
- 创办IEEE汇刊PAMI

关于模式识别的国内、国际学术组织

- 1973年IEEE发起了第一次关于模式识别的国际会议ICPR，1978年正式成立了国际模式识别协会——IAPR，此后每2年召开一次国际学术会议ICPR。
- 1977年IEEE的计算机分会成立了模式分析与机器智能（PAMI）委员会。
- 相关重要会议CVPR、ICCV、期刊PAMI、PR
- 国内的组织有计算机学会、自动化学会、图象图形学会、电子学会、通信学会 ...

模式识别的应用领域

- 语音识别
- 指纹识别
- 人脸识别
- 光学字符识别 (OCR)
- 车牌识别
- 视频监控
- 货币识别



- **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。

应用实例



依图“新型冠状病毒肺炎智能影像评价系统”界面



武汉大学人民医院放射科副主任谢宝君教授使用该智能系统进行重症患者精准诊断



武汉大学人民医院放射科抗疫医师团队使用该智能系统进行新冠病毒肺炎精准诊断

应用实例

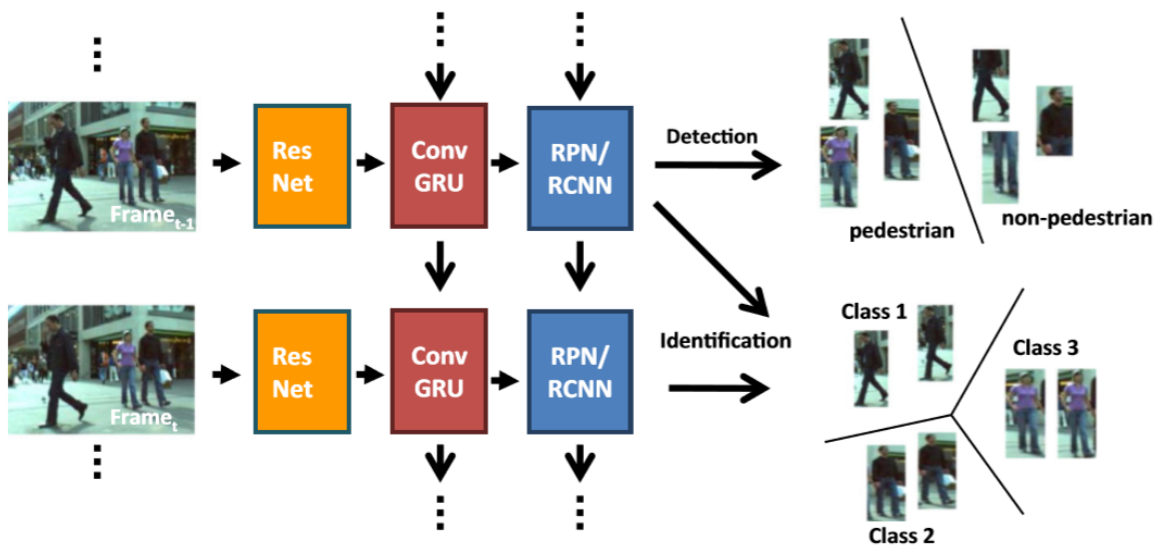
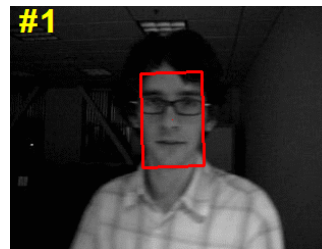
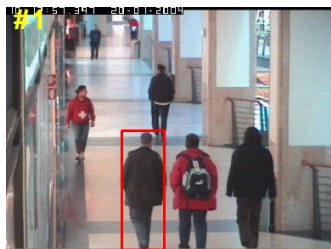


旷视 AI 测温系统应用界面

旷视针对戴口罩遮挡进行了专项模型优化，即便在口罩和帽子大面积遮挡人脸的情况下，系统也能帮助工作人员快速筛查通行人群，识别误差 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$

应用实例

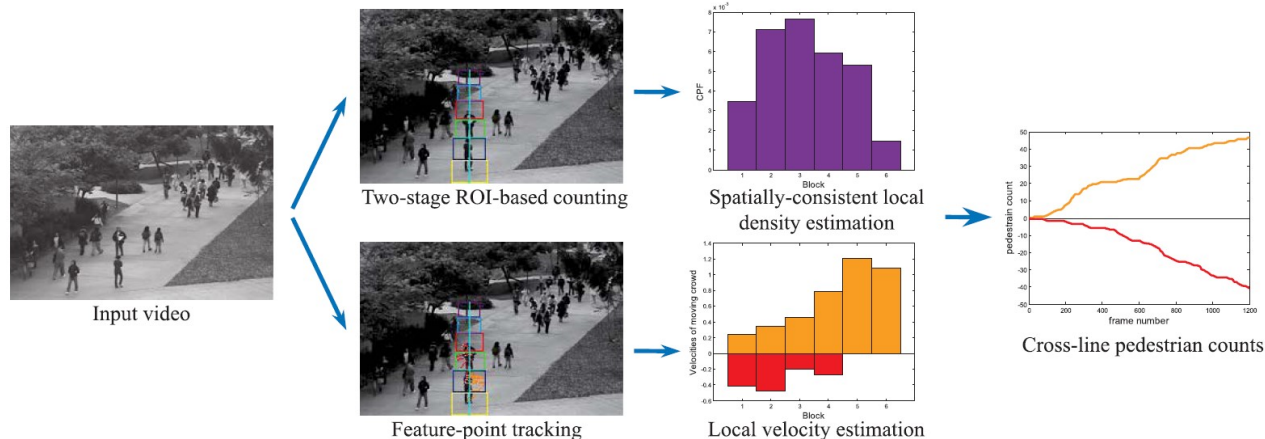
目标检测与跟踪



应用实例

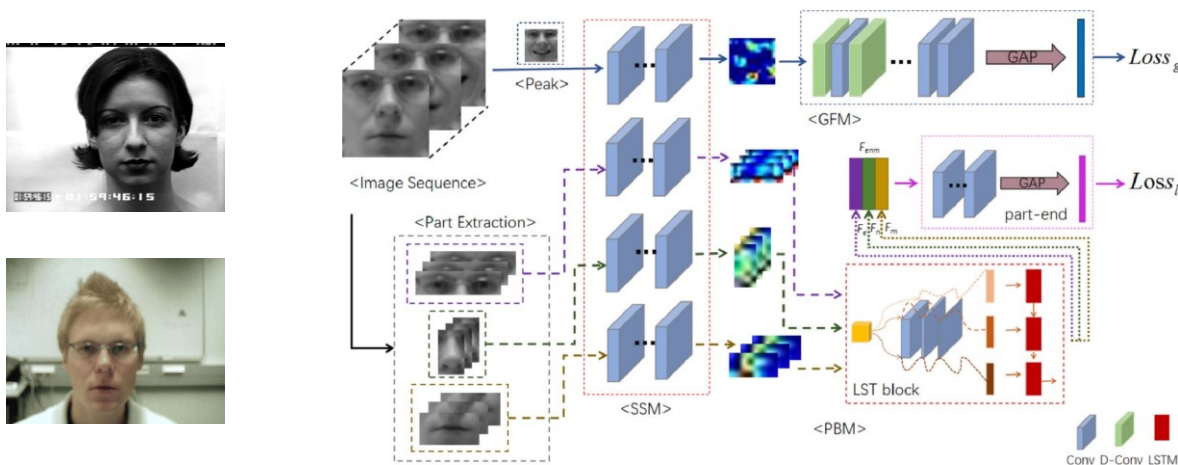
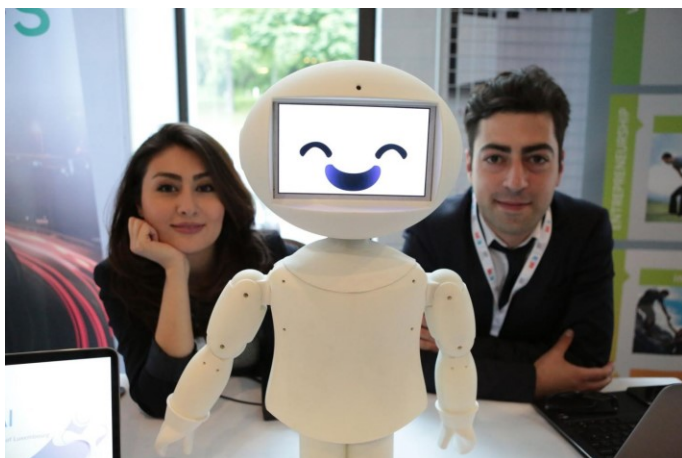
基于图像分析的人群密度估计与人流统计

- 人群的高度拥挤容易引起各种突发事件，造成安全事故
- 大型群众性活动的安保、交通控制、商业分析、节假日出行统计等
- 采用人工监控不仅费时费力，且无法保证统计精度



应用实例

表情识别：社交机器人，医疗，驾驶员疲劳检测

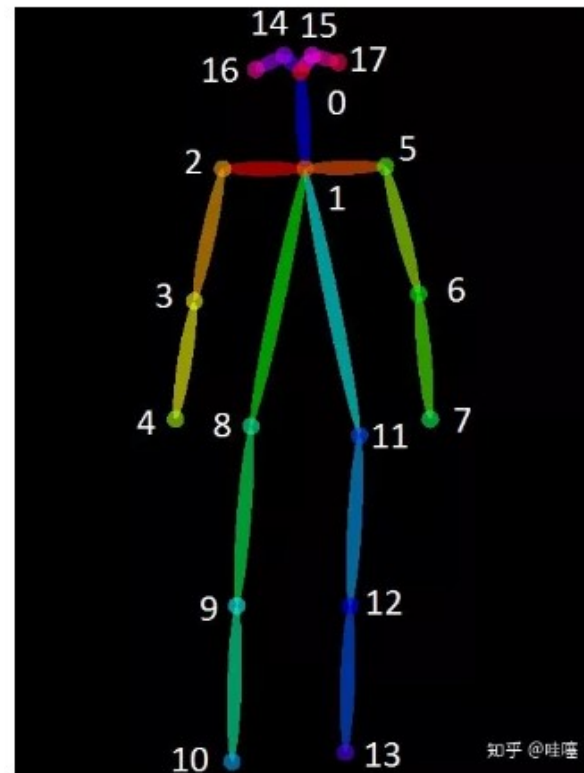


快乐

惊讶

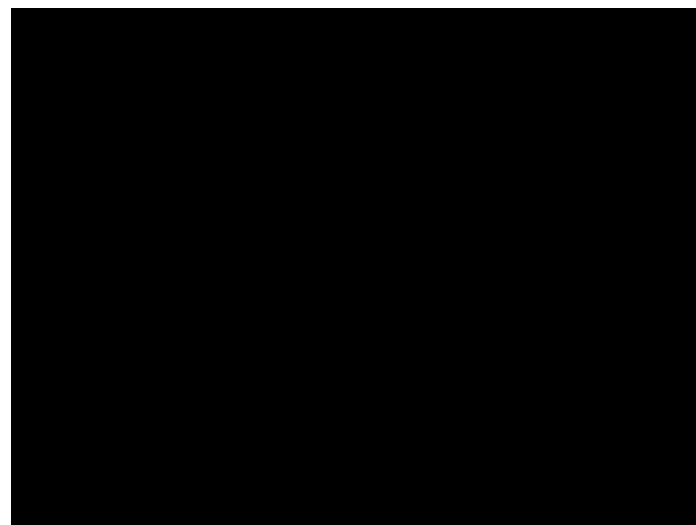
应用实例

人体姿态估计



应用实例

无人驾驶：无人驾驶汽车是智能汽车的一种，也称为轮式移动机器人，主要依靠车内的以计算机系统为主的智能驾驶仪来实现无人驾驶的目的。



参考书

- 基本教材：

[1] 模式分类（第二版），R. O. Duda等著，李宏东等译，机械工业出版社, 2003

- 参考书：

[1] 模式识别，吴建鑫著，机械工业出版社，2020

[2] 模式识别（第四版），S. Theodoridis等著，李晶皎等译，电子工业出版社，2016

[3] 模式识别（第三版），张学工编著，清华大学出版社，2010

- 先修课程：

微积分、线性代数、概率论与数理统计、程序设计（Python或C++等）

成绩组成

- 平时作业： 10%
- 出勤+课堂表现： 10%
- 测验(9.25、 10.30)+个人小作业： 30%
- 小组大作业： 50%



大小作业

□ 个人小作业

- 每人提交1篇学习报告，截止日期11月21日
- 选择任意一个与模式识别相关主题，体现自己的理解与观点，所包括文献数量不限，来自文献的内容与观点需注明引用，不得抄袭
- 中英文不限，A4页面，边距1.6厘米，标题字号16，正文字号10，双栏单倍行距，除参考文献外3-5页

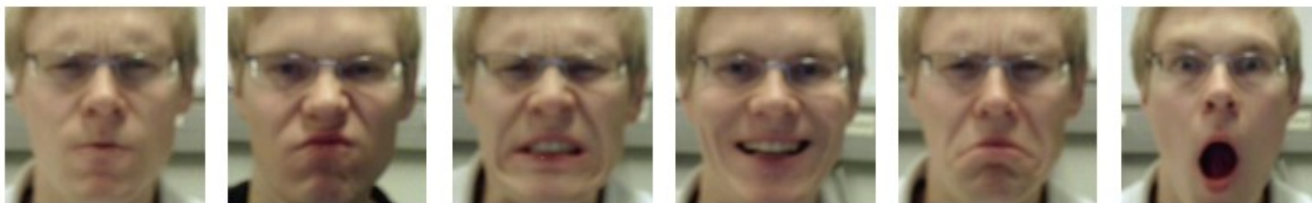
□ 小组大作业

- 最多每两人组成一支队伍，9月25日前选定一个大作业题目，12月23日提交论文，来自文献的内容与观点需注明引用，不得抄袭
- 按学术论文的要求完成摘要、引言、方法、实验、结论、参考文献各部分
- 中英文不限，A4页面，边距1.6厘米，标题字号16，正文字号10，双栏单倍行距，除参考文献外6-8页



大作业可选题一

- 题目：基于静态图像的表情识别
- 背景介绍：人脸表情是最直接、最有效的情感识别模式。它有很多人机交互方面的应用，例如疲劳驾驶检测和手机端实时表情识别。



愤怒

厌恶

恐惧

快乐

悲伤

惊讶

- 参考文献提示：

Deep facial expression recognition: A survey,
<https://arxiv.org/abs/1804.08348>

- 要求

- 在对相关研究现状进行充分调研的基础上，力争提出创新思路，在指定数据集上取得尽量高的分类准确率。研究方法和结果需撰写成论文形式。

- 数据集地址

- <https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/data>



大作业可选题二

□ 题目：细粒度图像分类

□ 背景介绍：

○ 细粒度图像分类是当前计算机视觉领域一项极具挑战同时也在受到很大关注的研究课题，其目标是对仅存在细微差异的物体类别进行识别，例如区分鸟、狗、车等大类目标中的不同子类。这一课题在现实中有重要的应用前景。其中由于类别差异相比传统分类问题更为细微，对图像的表达需要关注目标的局部细微特征。

□ 要求：

○ 在对相关研究现状进行充分调研的基础上，力争提出创新思路，在广泛使用的公开数据集，如Caltech-UCSD Birds-200-2011、Stanford Cars、Stanford Dogs 120等上取得优于现有前沿方法的分类准确率。研究方法和结果需撰写成论文形式。





大作业可选题三

❑ 题目：对遮挡鲁棒的视觉识别

❑ 背景介绍：

- 在现实应用场景中，视觉目标常常被部分遮挡，从而导致现有方法的识别性能显著下降。目前已有一些工作对此进行专门研究，例如：

[1] Z. Zhong, et al., Random erasing data augmentation, AAAI 2020.

[2] L. Song, et al., Occlusion robust face recognition based on mask learning with pairwise differential siamese network, ICCV 2019.

❑ 要求：

- 在对相关研究现状进行充分调研的基础上，针对受到部分遮挡的视觉识别任务，力争提出创新思路。基于广泛使用的公开数据集，在图像分类、目标检测、人脸识别、行人重识别中的至少一个任务上取得优于现有前沿方法的效果。研究方法和结果需撰写成论文形式。





大作业可选题四

□ 题目：自主选题

□ 要求

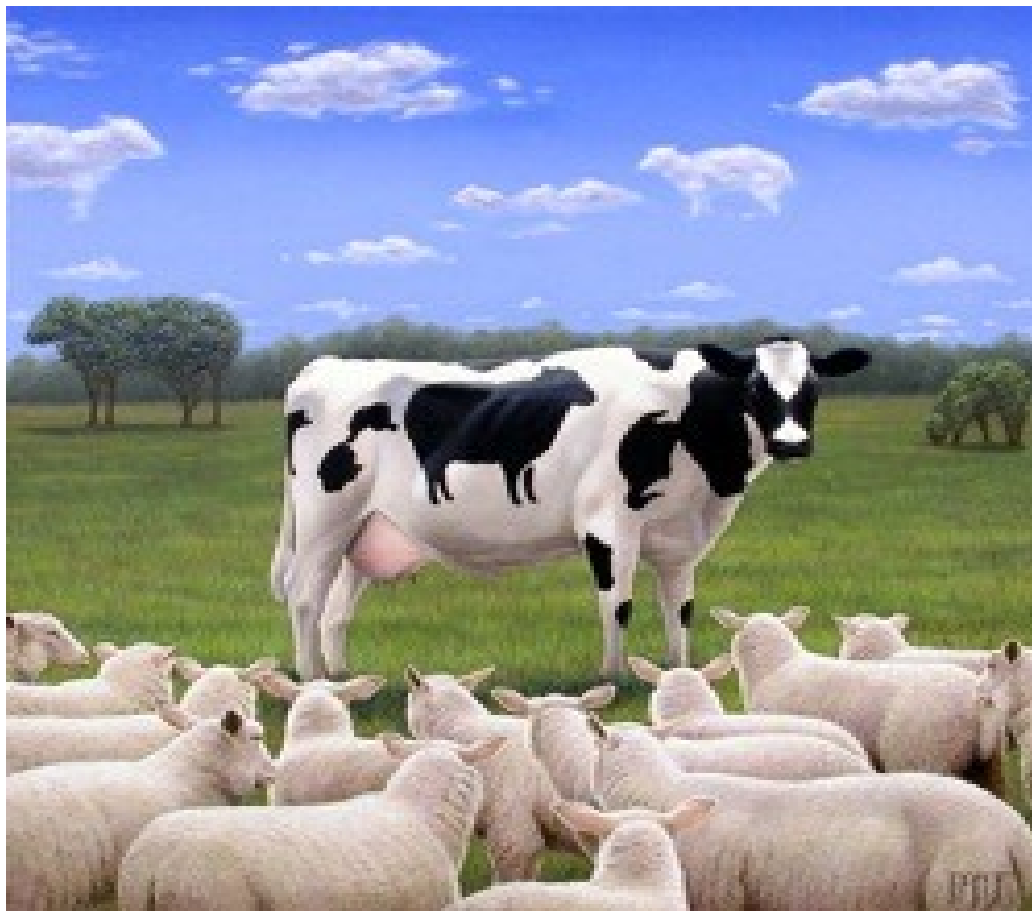
- 具有实际价值的模式识别相关科研课题；
- 在对相关研究现状进行充分调研的基础上，力争提出创新思路，取得优于现有前沿方法的效果。研究方法和结果需撰写成论文形式。



1. 绪论

1.1 模式识别的基本知识

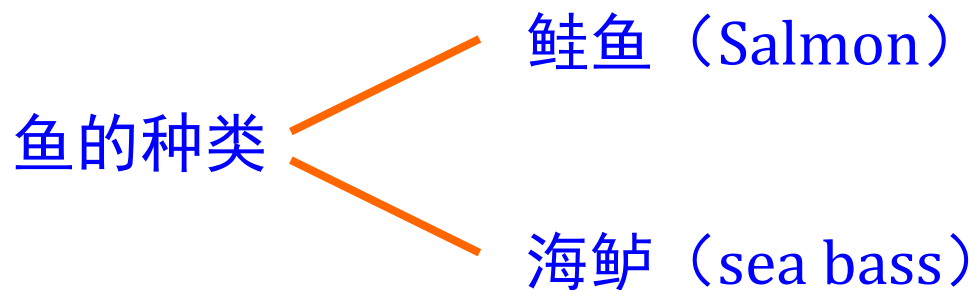
- 所有能用感官直接或间接接受，具有可观测性、可度量性和可区分性的信息都称为**模式**，例如声音、图形、文字、状态、气味等等。
- **模式识别**是人工智能的核心内容，是指用机器从输入数据中自动提取有用的模式，实现对各种事物或现象的分析、描述、辨识、分类，最终用于决策。
- 模式识别与机器学习、数据挖掘、数字图象处理、计算机视觉、自然语言处理、最优化理论、信息论、信号处理等有密切联系。



怎样识别“羊”？

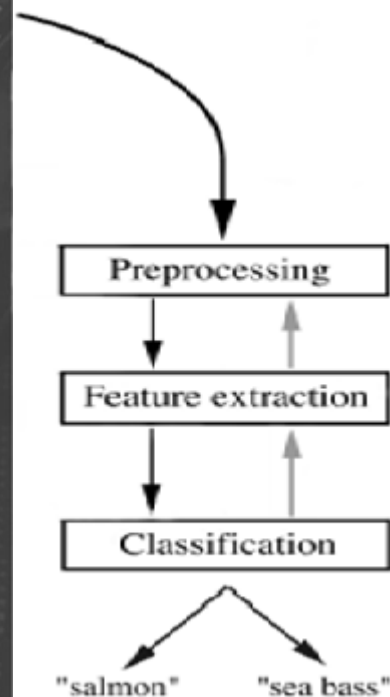
1.2 一个模式识别例子

- 通过光学传感识别传送带上的鱼类

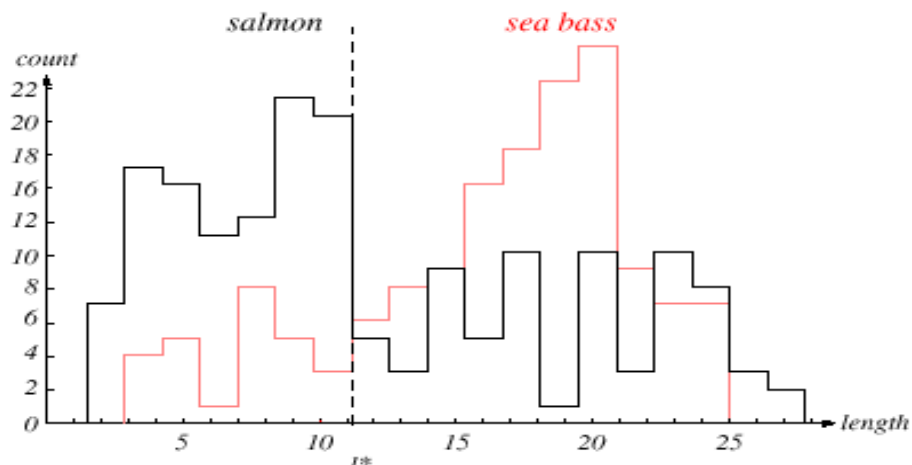


- 问题分析
 - 安装摄像头以拍摄鱼样本的图像，并提取特征
 - 如何获得有效特征？——学习或知识
 - 长度
 - 亮度
 - 宽度
 - 鳍数与形状
 - 嘴部位置，等等...
- 根据经验，这些特征可用于鱼类识别。

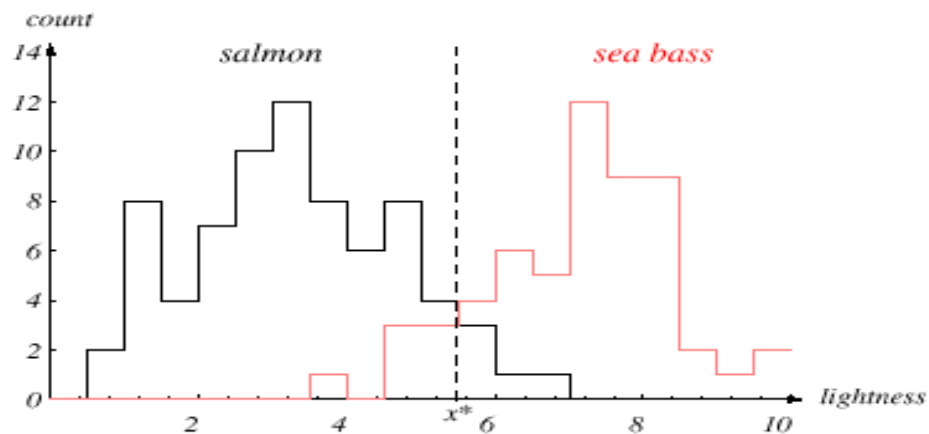
- **预处理**：进行必要的噪声去除和图象增强，通过分割处理将每条鱼与其它鱼及背景分开。
- **特征提取**：对单条鱼的原始表达进行变换，去除其中的无关数据，获得反映类别本质的特征，由特征数据组成的空间叫特征空间。
- **模式分类**：将提取的特征送入分类器，为被测对象赋一个类别标记。



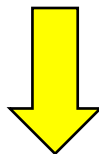
- 如选择鱼的**长度**作为可能特征进行分类：



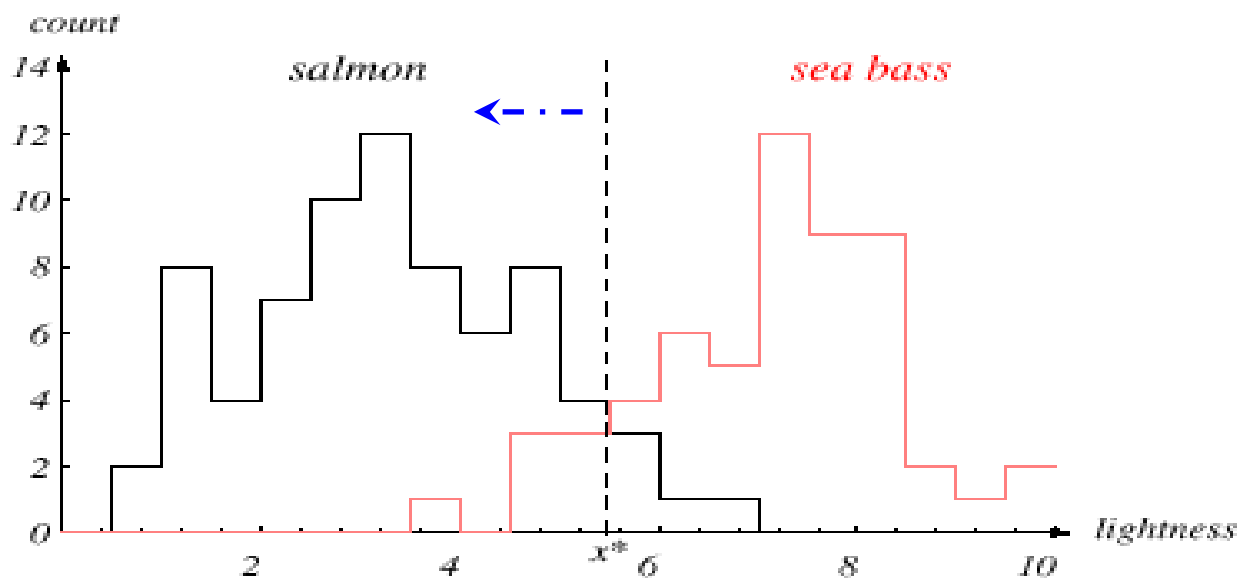
- 如果仅用长度为特征，结果很糟糕！
- 而如选择**亮度**作为可能特征，则可能有所改善：



- **决策边界与代价**：如果海鲈错分为鲑鱼的风险相对较大，则可将决策边界向亮度较小的方向调节，以最小化总代价



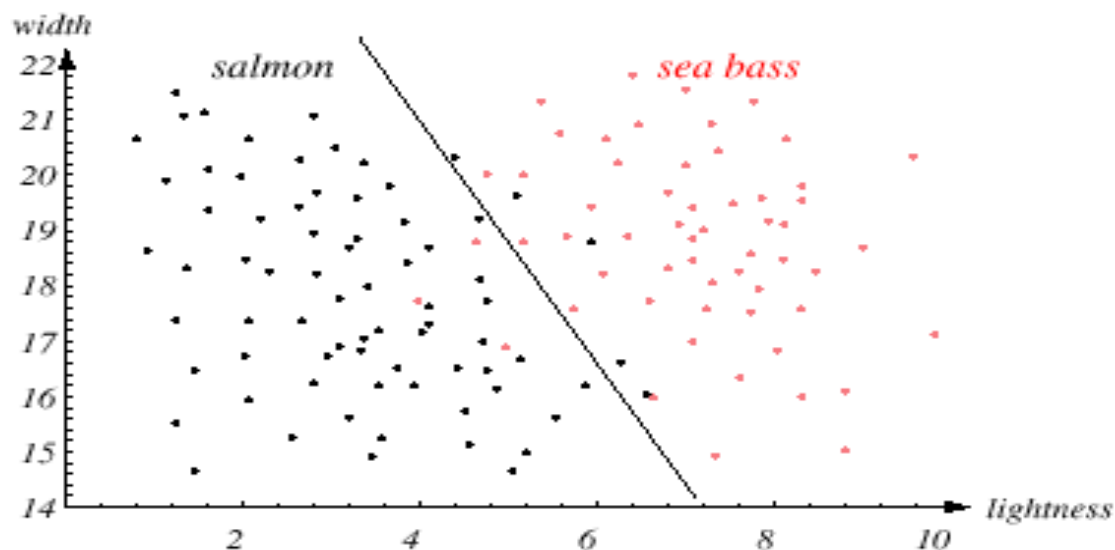
决策论的任务



- 若同时采用亮度与宽度为鱼类特征:

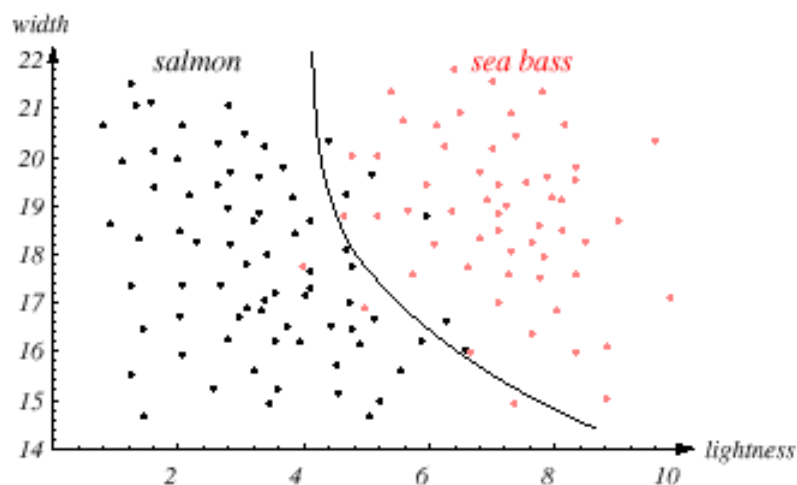
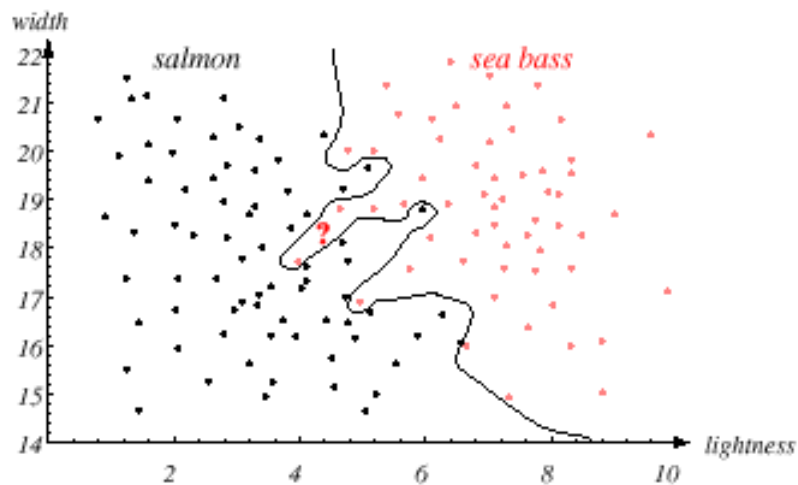
鱼 \longrightarrow $\mathbf{x}^T = [x_1, x_2]$

亮度 宽度



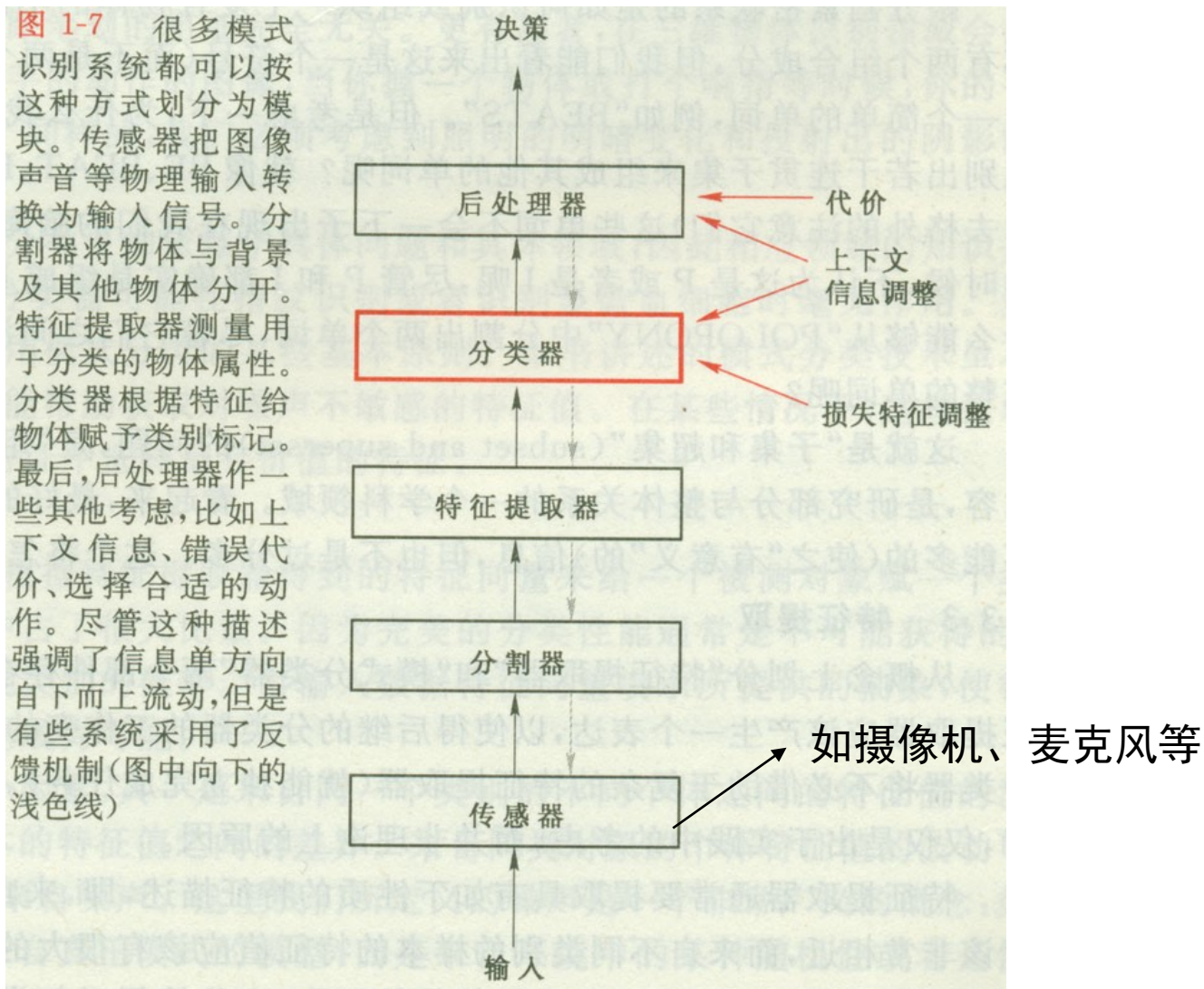
- 也可以加入与已采用特征不相关的其它特征。但应注意避免因引入噪声特征而损害性能。良好特征的4个特点：**可区别性、可靠性、独立性、参数少**。

- 理想情况下，最佳决策边界应如下面左图一样完全分开不同类。
- 然而这种所谓的“满意”不能真正符合实际需求，因为分类器的设计目标是正确识别**新样本**！
- 右边的决策边界具有更好的**泛化**能力，通常更符合实际需求。



1.3 模式识别系统

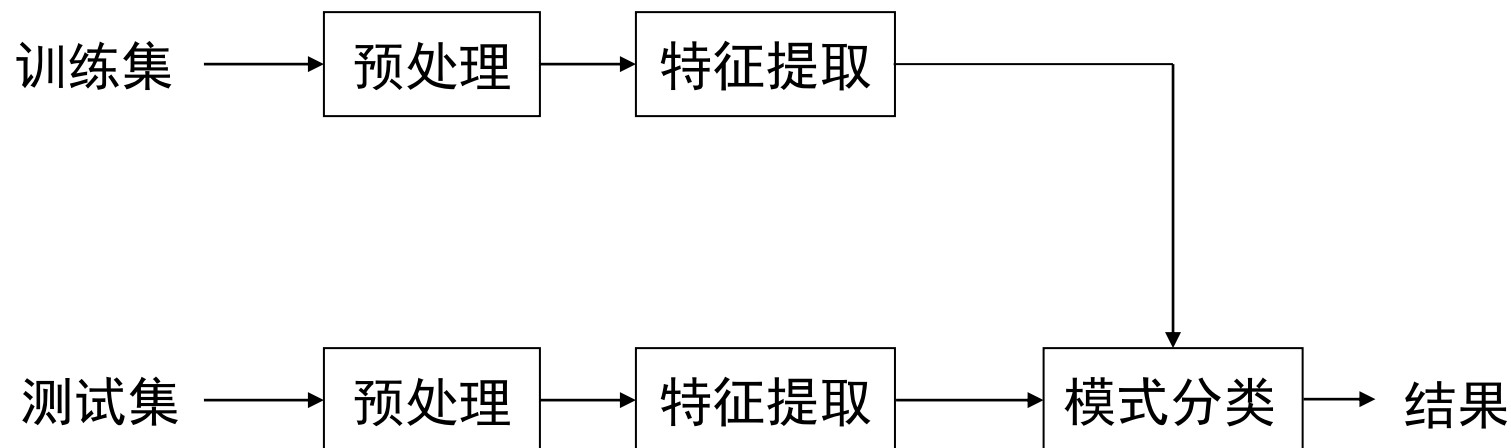
- 典型的模式分类系统：



1.4 设计周期

统计模式识别系统由训练和识别两个过程组成：

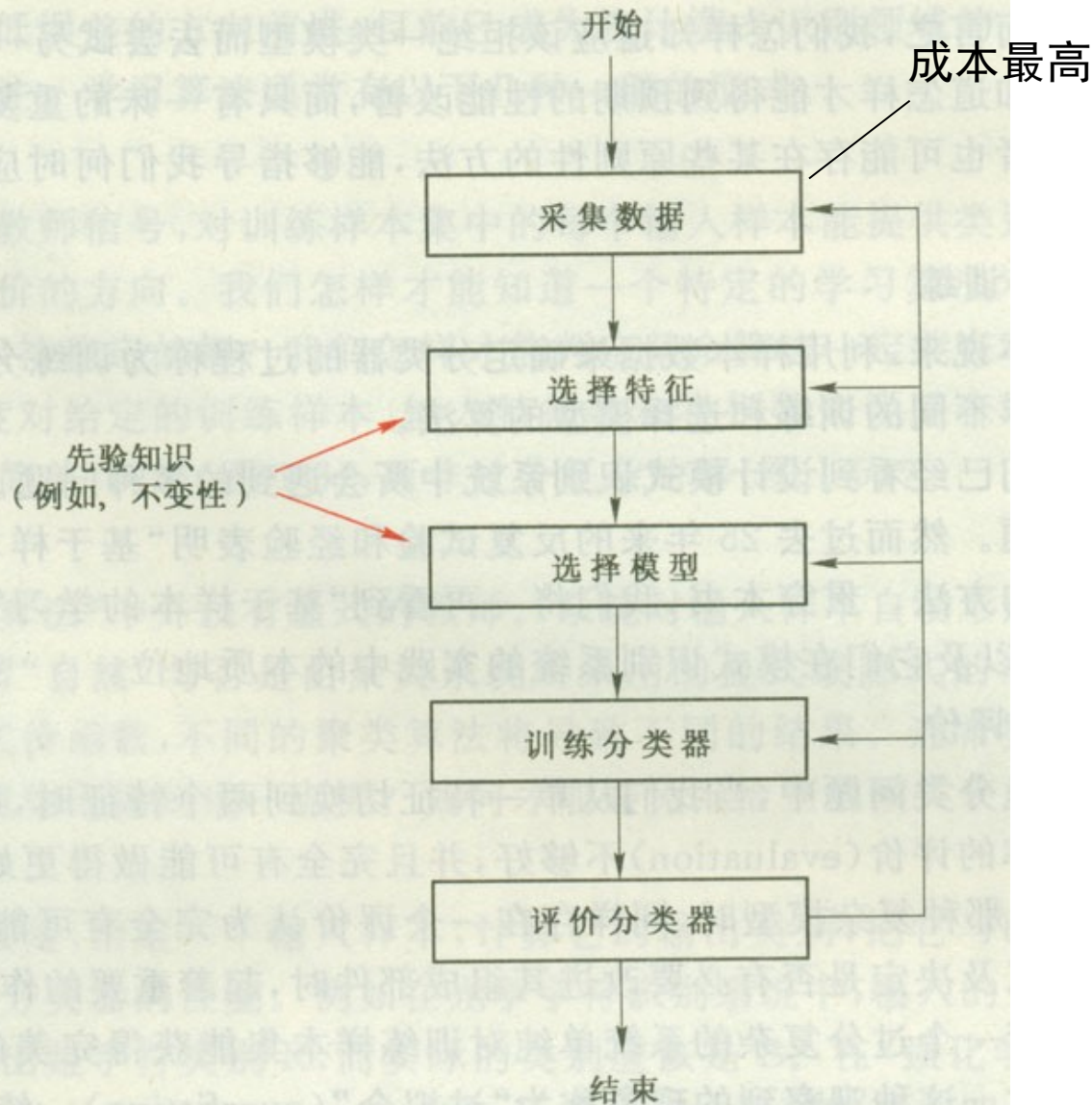
训练



测试

- 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



1.5 学习和适应

- **学习**，指在根据问题特点确定模型的一般形式后，用某种算法来估计或调整模型参数，以适应训练样本（降低在训练样本上的分类误差）。
 - 有监督学习、无监督学习、强化学习
- 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。