



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

模式识别 Pattern Recognition

智能感知与图像理解教育部重点实验室

唐 旭

tangxu128@xidian.edu.cn

<https://web.xidian.edu.cn/tangxu/>





西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

课程教材



- 《模式识别》
- 西安电子科技大学出版社

第一章 绪论

第二章 统计决策方法

第三至第四章 分类方法

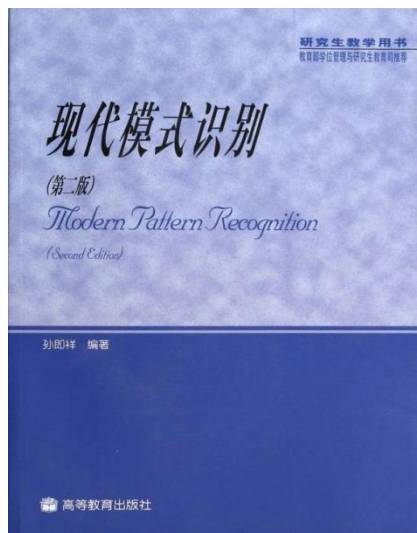
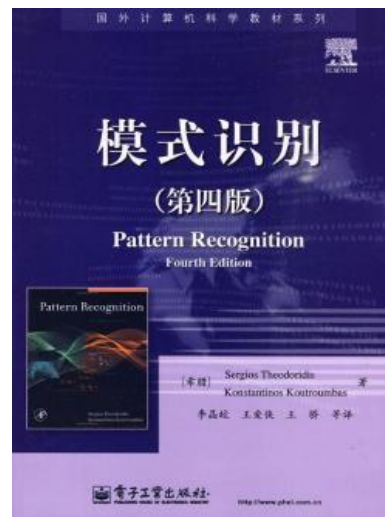
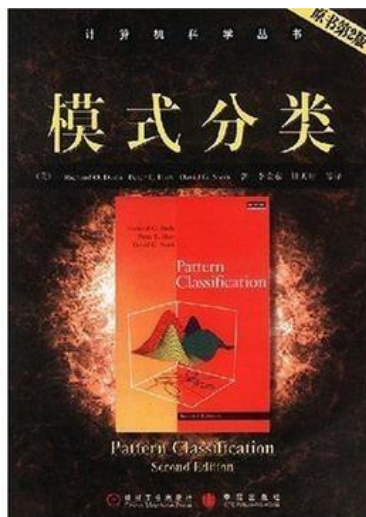
第五至第六章 特征选择/提取方法

第八至第十章 现代模式识别



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

课程参考书



厚德 求真 砺学 笃行



■ *IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence* (TPAMI)

■ 《模式识别与人工智能》，科学出版社，自动化学会主办，季刊

◆背景知识

➢ 概率论；线性代数（矩阵计算）；

◆学习要求

➢ 掌握基本概念，了解理论内容；

◆考试形式

➢ 总学时：40+16，讲授40，实验16；

➢ 课程分为：讲授+学生展示+实验上机；

➢ 考试：平时成绩40%（出勤率，平时作业，课堂展示，上机课）+考试成绩60%；





文献查找





西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

文献查找



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

图书馆
Library

Google
Scholar

Baidu 学术

IEEE Xplore[®]
Digital Library

CNKI 中国知网
cnki.net

作者个人主页

万方数据 知识服务平台
WANFANG DATA





西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

文献查找

网址: <http://202.117.124.133/dbNavList.jspx>

西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

图书馆
Library

投诉信箱 我的图书馆 网站地图 开馆时间 请输入关键词

首页 >> 数据库导航

按数据库名称检索:

检索

按字顺浏览数据库:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U
V W X Y Z

按语种浏览数据库:

中文 外文

按学科浏览数据库:

电气/电子/通信 计算机 机械/仪器 光学/材料 理学 兵器/军事 航空航天 经济/管理学 人文社科 综合

按资源类型分类:

期刊 电子书 学位论文 会议论文 报纸 专利 技术标准 技术报告 参考工具 多媒体 在线试题 图片/素材 全文 文摘/索引 事实数值 个人文献管理工具 科研分析工具 特色馆藏 多出版类型 外语学习 考研 全部

按所属学院分类:

通信工程学院 电子工程学院 计算机学院 机电工程学院 物理与光电工程学院 经济与管理学院 数学与统计学院 人文学院 外国语学院 软件学院 微电子学院 生命科学技术学院 空间科学与技术学院 先进材料与纳米科技学院 网络与信息安全学院 体育部 职能部门 全部

按购买方式分类:

购买 自建 免费 试用

中文数据库

“51CTO学院”IT技能学习在线数据库(试用--2018.6.22)

“知识视界”视频图书馆(试用-)

中国资讯行高校财经数据库-7个实时更新数据库

中宏观经济数据库-19个子库

中国大百科全书

中文在线-“书香西电”电子书数据库(终身书房)

正保考研视频数据库

智课教育英语学练改管在线学习平台

中国探索教育视频资源服务平台

外文数据库

中国外文电子书

英国物理学会网络版期刊回溯文档数据库(IOP) (1874-2002) (NSTL购买)

Wiley多学科期刊全文数据库

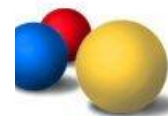
Wiley电子教材(Wiley E-Textbook)

Web of science-Current Chemical Reactions (CCR)

Web of science (CPCI-S)

Web of science (CPCI-SSH)

Web of science-Index Chemicus (IC)



厚德 求真 砺学 笃行



如何阅读英文文献

Title

Abstract

Keywords

Introduction

Method

Experiment Results

Conclusions

Acknowledge

Reference

精读

详读

概读

略读

展开来查看相关文献和书籍，弄懂相关概念和问题并对实验部分仿真实现。



第一章 模式识别概论

1.1 什么是模式识别

1.2 模式识别的基本概念

1.3 模式识别系统（基本框架）

1.4 模式识别的历史与现状

1.5 模式识别方法

1.6 模式识别应用领域





第一章 模式识别概论

1.1 什么是模式识别

1.2 模式识别的基本概念

1.3 模式识别系统（基本框架）

1.4 模式识别的历史与现状

1.5 模式识别方法

1.6 模式识别应用领域





■ 模式识别的定义

Pattern recognition is the study of how **machines** can observe the environment, learn to **distinguish patterns** of **interest** from their **background**, and make sound and reasonable **decisions** about the categories of the patterns.

—— Anil K. Jain, Michigan State University

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

Ref: Anil K. Jain et al. Statistical Pattern Recognition: A Review. IEEE Trans. on pattern analysis and machine intelligence. 2000, 22(1):4-37





1.1什么是模式识别？

- ◆ **目标识别（人脸识别）**：人在环顾四周的时候，可以认出周围的物体是桌子，椅子；能认出你的同学是张三还是李四；
- ◆ **语音识别**：听到声音，能够区分出是汽车喇叭还是火车鸣笛，是猫叫还是人在说话，是谁在说话；
- ◆ **文本分类**：通过阅读书籍，可以看出哪些属于艺术类书籍，哪些属于体育类书籍；
- ◆ **图像、视频识别**：看到图像和视频，可以立刻反映出来是动物的图片，或者讲述动物生活习性的视频；
- ◆ **人类所具备的这些认知能力非常的平常，但如何让计算机来模拟人的智能，可以同人类一样具备这种认知，学习这种模式识别能力是这门课关注的问题。**





1.1什么是模式识别？

◆ **人的模式识别过程**：刚出生的小朋友，你不断地给他灌输知识反复训练他，比如，介绍一个动物，介绍这种动物的一些主要的特征，叫声，外形，颜色等，来反复地让他加深印象，下一次见到可以认出这种动物；

◆ **机器的模式识别过程**：如果让机器识别一个动物，需要将动物的抽象**特征提取**出一些机器可以识别的符号、向量，作为机器的输入；然后，建立一个**模型（分类器）**，让机器识别出来这是猫，这种动物是狗；

这里面就是**模式识别的两个核心：特征提取和分类器设计**，这门课也主要围绕这两大模块进行。因为每一种数据，每一种应用，都有各自的特点，所以要根据不同的应用，设计相应的特征提取方法和相应的分类器模型。





Deep Blue

1.1 什么是模式识别?



深蓝是美国**IBM**公司生产的一台**超级国际象棋电脑**，重1270公斤，有32个大脑（微处理器），每秒钟可以计算2亿步。“深蓝”输入了一百多年来优秀棋手的对局两百多万局。

1997年5月11日，“深蓝”超级电脑战胜了人类有史以来最伟大的国际象棋大师卡斯帕罗夫。这场举世瞩目的人机大战以计算机取胜而落下帷幕。

深蓝算法的核心是基于**暴力穷举**：生成所有可能的走法，然后执行尽可能深的搜索，并不断对局面进行评估，尝试找出较佳走法。**包括走棋模块，评估模块，以及搜索控制器。**

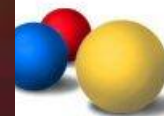




西安电子科技大学 1.1 什么是模式识别?

XIDIAN UNIVERSITY

正在与深蓝下棋的卡斯帕罗夫





1.1什么是模式识别？

Watson



□2011年，IBM Watson参加综艺节目危险边缘（Jeopardy）来测试它的能力，Watson赢得了第一笔奖金100万美元。

□它包括语音的识别，语义的理解，还有对答系统。首先需要语音的识别，他需要识别出，你说的是人工智能四个字，然后需要理解问题，因为语料库中的问题未必和主持人完全匹配，最后需要在语料库中找到相应的答案。





1.1 什么是模式识别?

小度



□小度机器人诞生于**百度自然语言处理部**。依托于百度强大的人工智能，集成了自然语言处理、对话系统、语音视觉等技术；

□2014年9月16日，小度机器人现身江苏卫视《芝麻开门》：40道涉及音乐，影视，历史，文学类型的题目全部答对；

□2017年1月，小度参加江苏卫视《最强大脑》第四季；



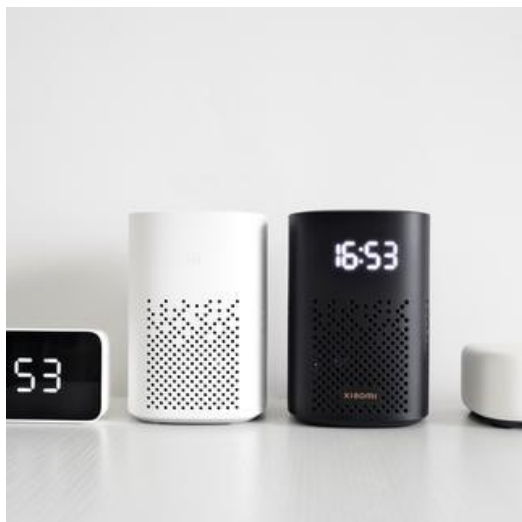


1.1 什么是模式识别?

小爱同学



小爱同学



- ❑ 小爱语音是小米旗下人工智能助手，由小爱语音（原小爱同学 APP）、小爱视觉、小爱翻译、小爱通话等系列智能产品组成；
- ❑ 2017年9月6日，小爱同学随着小米电视4A的发布亮相；
- ❑ 2024年7月22日，小米澎湃OS官微宣布小爱翻译实时字幕新增日韩语翻译，无字幕视频、直播会议实时转录翻译。





西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.1 什么是模式识别？

AlphaGo



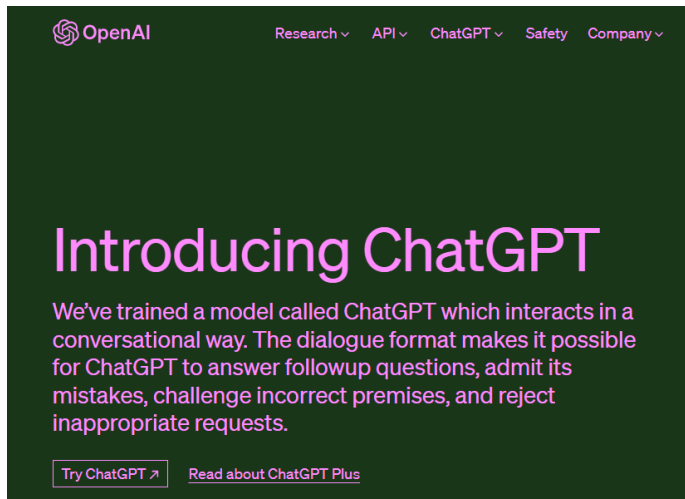
- AlphaGo 由谷歌（Google）旗下 **DeepMind** 公司开发。2016年3月，AlphaGo与围棋世界冠军、职业九段选手 **李世石** 比赛并获胜；
- 2016年末2017年初，该程序在中国棋类网站上以“**大师**”（**Master**）为注册帐号与中日韩数十位围棋高手进行快棋对决，连续60局无一败绩。
- 2017年5月，战胜中国选手 **柯洁** 战胜。
- 2017年10月，发布 **AlphaGo Zero**。
- 核心技术：深度学习+强化学习





1.1 什么是模式识别？

ChatGPT



ChatGPT是OpenAI公司开发的基于GPT系列架构的大型预训练语言模型。

- ❑ GPT-1（2018年6月发布）：GPT-1是最早的GPT模型，包含**1.17亿**个参数。它在自然语言处理领域表现出色，被广泛应用于机器翻译、语音识别、搜索推荐等领域。
- ❑ GPT-2（2019年2月发布）：GPT-2包含**15亿**个参数，相比GPT-1在处理文本生成、问答、机器翻译等任务时具有更强的能力，甚至可以生成几乎难以区分的真实文本。
- ❑ GPT-3（2020年6月发布）：GPT-3包含**1.75万亿**个参数，是目前最大的基于自监督学习的语言模型。可以进行多样的自然语言任务，如问题回答、语义搜索等，可以生成各种领域的文本。
- ❑ ChatGPT（2022年11月发布）：ChatGPT是基于GPT-3.5架构进行训练的，它更加注重对话的流畅性和实用性，能够帮助人们解决一些实际问题。
- ❑ GPT-4（2023年3月发布）：GPT-4是GPT-3的升级版，包含**1.6万亿**个参数。它能够处理更加复杂和抽象的语言任务，具有更强的语言理解能力和更高的计算能力。



西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.1 什么是模式识别？

Gemini



Gemini 是一款由 Google DeepMind 于 2023 年 12 月 6 日发布的人工智能模型，可同时识别文本、图像、音频、视频和代码五种类型信息，还可理解并生成主流编程语言的高质量代码，并拥有全面的安全性评估。

- ❑ 谷歌 AI 模型的研发进程从 2012 年就已开始；2022 年 8 月推出高级语言学习模型 PaLM；
- ❑ 2023 年 5 月 Google I/O 大会上 Alphabet 首席执行官桑达尔·皮查伊发布了 PaLM2 与 Bard，同时宣布 Gemini 即将问世；12 月 6 日在一段官方公布的视频中，谷歌正式推出 Gemini。
- ❑ 谷歌计划逐步将 Gemini 整合到其搜索、广告、Chrome 等其他服务中。从 2023 年 12 月 13 日开始，开发者和企业客户可以通过 Google 的 AI Studio 和 Google Cloud Vertex AI 中的 Gemini API 访问 Gemini Pro
- ❑ 2024 年 2 月 9 日，谷歌宣布 Gemini Ultra 可免费使用，16 日发布 Gemini 1.5，21 日发布开源模型 Gemma。Gemma 采用了与 Gemini 相同的技术和基础架构，基于英伟达 GPU 和谷歌云 TPU 等硬件平台进行优化，有 20 亿、70 亿两种参数规模。





1.1 什么是模式识别?

Sora



Sora是OpenAI公司发布的人工智能文生视频大模型。

- ❑ 2024年2月16日，OpenAI发布了“文生视频”（text-to-video）的大模型工具，Sora（利用自然语言描述，生成视频）。
- ❑ Sora可将简短的文本描述转化成长达1分钟的高清视频。它可以准确地解释用户提供的文本输入，并生成具有各种场景和人物的高质量视频剪辑。
- ❑ OpenAI利用Dall·E模型的recaptioning（重述要点）技术，生成视觉训练数据的描述性字幕，不仅能提高文本的准确性，还能提升视频的整体质量。此外，与DALL·E 3类似，OpenAI还利用GPT技术将简短的用户提示转换为更长的详细转译，并将其发送到视频模型。这使Sora能够精确地按照用户提示生成高质量的视频。
- ❑ Sora除了可以将文本转化为视频，还能接受其他类型的输入提示，如已经存在的图像或视频。





1.1 什么是模式识别？

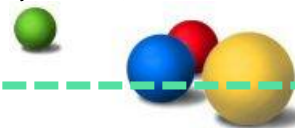
Apple Intelligence



Apple Intelligence

Apple Intelligence，是2024年苹果公司推出的AI产品。

- ❑ Apple Intelligence 由多个高性能生成模型组成，这些模型专门针对用户的日常任务，并且可以动态适应他们当前的活动。
- ❑ Apple Intelligence 中内置的基础模型针对用户体验进行了微调，例如编写和精炼文本、对通知进行优先级排序和总结、为用户与家人和朋友的对话创建有趣图像，以及采取应用内操作来简化应用之间的交互。
- ❑ 本地模型：设备上约 30 亿参数的语言模型，测试得分高于诸多 70 亿参数的开源模型（Mistral-7B 或 Gemma-7B）。
- ❑ 云上模型：可通过私有云计算并在 Apple 芯片服务器上运行的更大云端语言模型。
- ❑ 苹果在设备端模型和服务器端模型都使用了 grouped-query-attention，设备上模型使用 49K 的词汇大小，而服务器模型使用 100K 的词汇大小，其中包括额外的语言和技术标记。





1.1 什么是模式识别?

阿里通义千问



阿里云的通义千问是一个由阿里云推出的语言模型，于2023年9月13日正式向公众开放。

- 通义千问属于AI Generated Content (AIGC)领域，是一个MaaS (模型即服务) 的底座，并且是一个多模态大模型。通义千问旨在成为人们的工作、学习、生活助手，具备多轮对话、文案创作、逻辑推理、多模态理解、多语言支持等功能，能够与人类进行多轮交互，并融入了多模态的知识理解，具有文案创作能力，如续写小说、编写邮件等。
- 通义千问的前身是通义千问APP，于2023年4月7日开始邀请测试，并在4月11日的阿里云峰会上揭晓。
- 通义千问的发展还包括推出最强视觉理解模型Qwen2-VL-72B，该模型的API已上线阿里云百炼平台，能够在多个权威测评中刷新多模态模型的最佳成绩，甚至在部分指标上超越了GPT-4o和Claude3.5-Sonnet等闭源模型。此外，通义千问还具备理解20分钟以上长视频的能力，支持基于视频的问答、对话和内容创作等应用，并且能够理解图像视频中的多语言文本，包括中文、英文以及多种欧洲语言等。



1.1 什么是模式识别?

豆包AI



豆包是字节跳动公司基于云雀模型开发的AI工具，提供聊天机器人、写作助手以及英语学习助手等功能，它可以回答各种问题并进行对话，帮助人们获取信息，支持网页 Web 平台，iOS 以及安卓平台。

- ❑ 2023年8月，字节跳动旗下 LLM 人工智能机器人“豆包”现已开始小范围邀请测试，用户可通过手机号、抖音或者 Apple ID 登录。
- ❑ 2024年5月，在2024春季火山引擎Force原动力大会上，字节跳动产品和战略副总裁朱骏表示，豆包App总下载量已达1亿次。并且将开启付费商业化，价格相比同行便宜99.3%，定价0.0008元/千Tokens。
- ❑ 2024年8月8日，字节跳动旗下智能AI助手豆包上线音乐生成功能。
- ❑ 提供聊天机器人、写作助手以及英语学习助手等功能，它可以回答各种问题并进行对话，帮助人们获取信息。
- ❑ 支持网页 Web 平台，iOS 以及安卓平台。



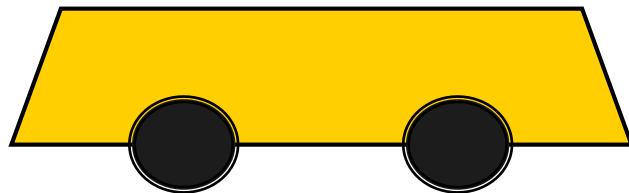
西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.1 什么是模式识别?

什么是模式?

模板匹配





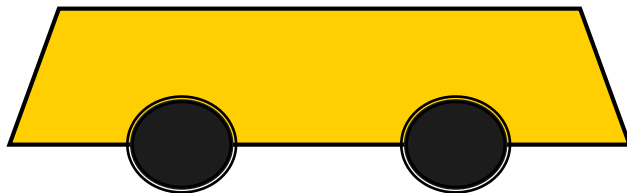
西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.1 什么是模式识别?

什么是模式?

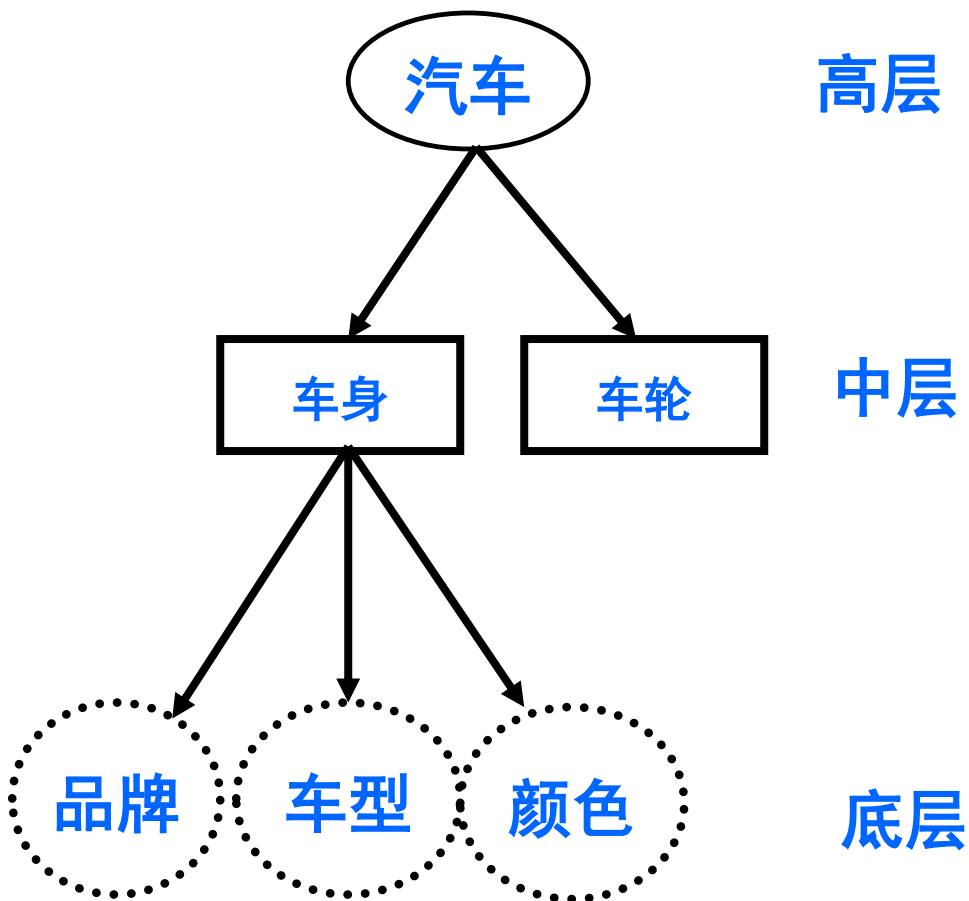
模板匹配





1.1 什么是模式识别?

什么是模式?



- 提取车的轮廓、颜色，这个属于来自图像本身的**底层特征**；
- 用底层特征来抽象到这种轮廓这种颜色的车身，它有几个车轮，上升到了**中层特征**；
- 有车身和四个车轮的这种物体，上升到汽车这样一个语义的层次。语义就是人类赋予它的一个定义，这是**高层特征**。
- 识别的过程是从底层，逐渐抽象到高层，这样的一个过程。其中，汽车作为物体的一个类别属性，根据底层特征，抽象到中层特征，从而获取物体的类别属性，就是一个模式分类的过程。





什么是模式？

- 广义地说，存在于时间和空间中可观察的物体，如果我们可以区别它们是否相同或是否相似，都可以称之为**模式**。
- 狭义地说，模式是对感兴趣的客体的定量的或结构的描述。
- **模式的直观特性：**
 - 可观察性
 - 可区分性
 - 相似性





什么是识别？

- 模式识别的目的：利用计算机对物体（模式）进行分类，在错误概率最小的条件下，使识别的结果尽量与客观物体相符合。
- $Y = F(X)$
 - X 的定义域取自特征集
 - Y 的值域为类别的标号集
 - F 是模式识别的判别方法





第一章 模式识别概论

1.1 什么是模式识别

1.2 模式识别的基本概念

1.3 模式识别系统（基本框架）

1.4 模式识别的历史与现状

1.5 模式识别方法

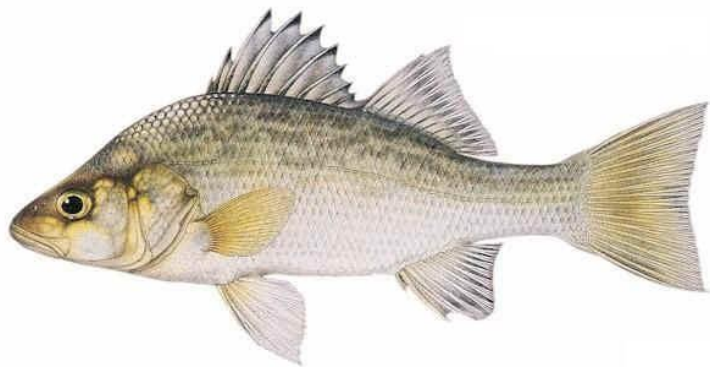
1.6 模式识别应用领域





一个例子：鲈鱼和鲑鱼识别

- **问题：** 某鱼类制品罐头厂需将传送带上的鲈鱼和鲑鱼进行区分，以便于后续对鲈鱼和鲑鱼进行分别处理并装罐。



Sea bass: 鲈鱼

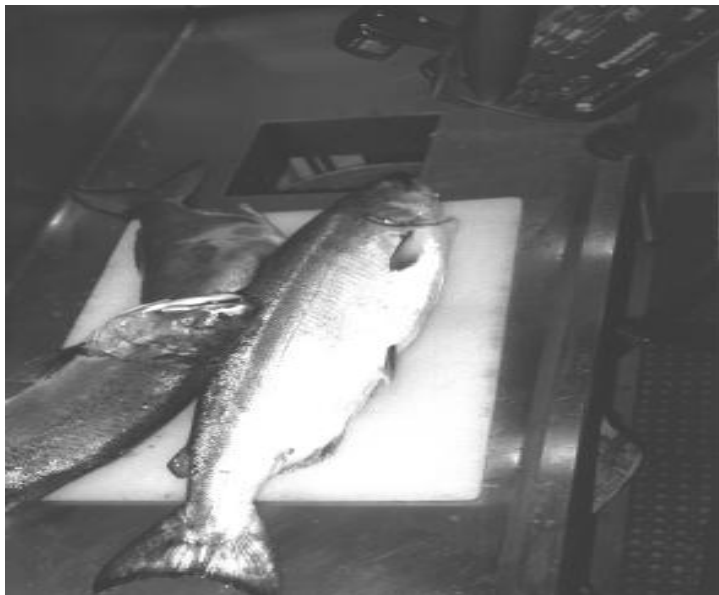


Salmon: 鲑鱼





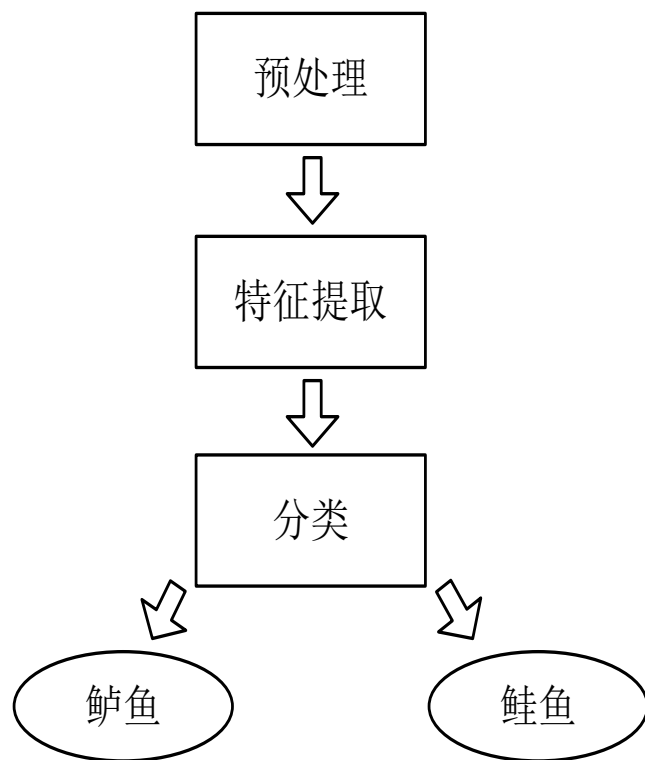
一个例子：鲈鱼和鲑鱼识别



1. 需要将鱼输入到计算机，我们搭建一个**摄像机**，然后拍摄很多鱼的图片收集起来；
2. 由于在传送带上，摄像机拍照，有背景，也有可能很多鱼交叠在一起，所以要来进行一个**预处理**；
3. 需要对鱼的图像进行**特征提取**；比如，长度、光泽、宽度、鳍的数目与形状等；
4. 设计**分类器**，对鲈鱼和鲑鱼进行分类。



一个例子：鲈鱼和鲑鱼识别



■ 传感器:

➤ 摄像头

■ 预处理:

➤ 统一光照、统一焦距，去除背景，分割...

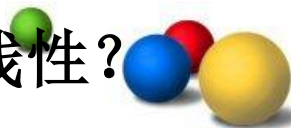
■ 特征提取:

➤ 长度，亮度，重量，鳍的数目...

■ 输入（测量）:

➤ 重量，长度，宽度，光泽度（亮还是暗）鳍数目

■ 设计分类器: 线性? 非线性?



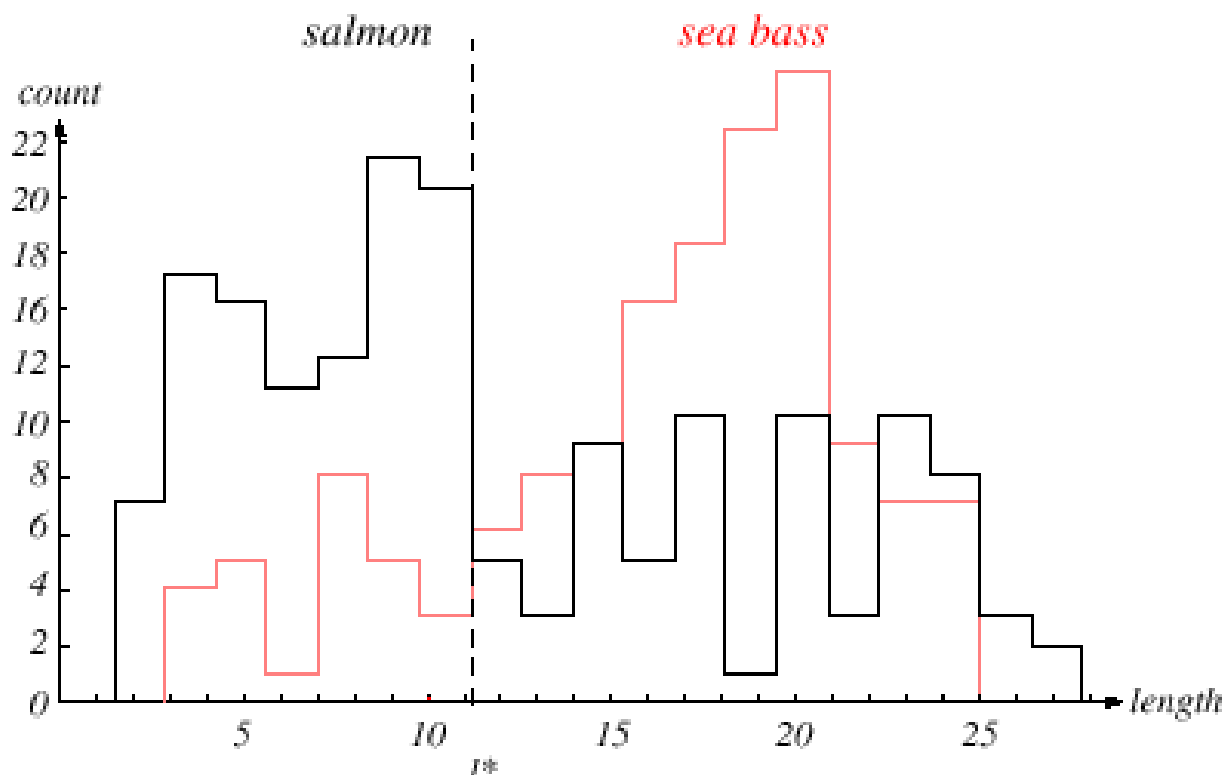


西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.2 模式识别的基本概念

特征选择：长度



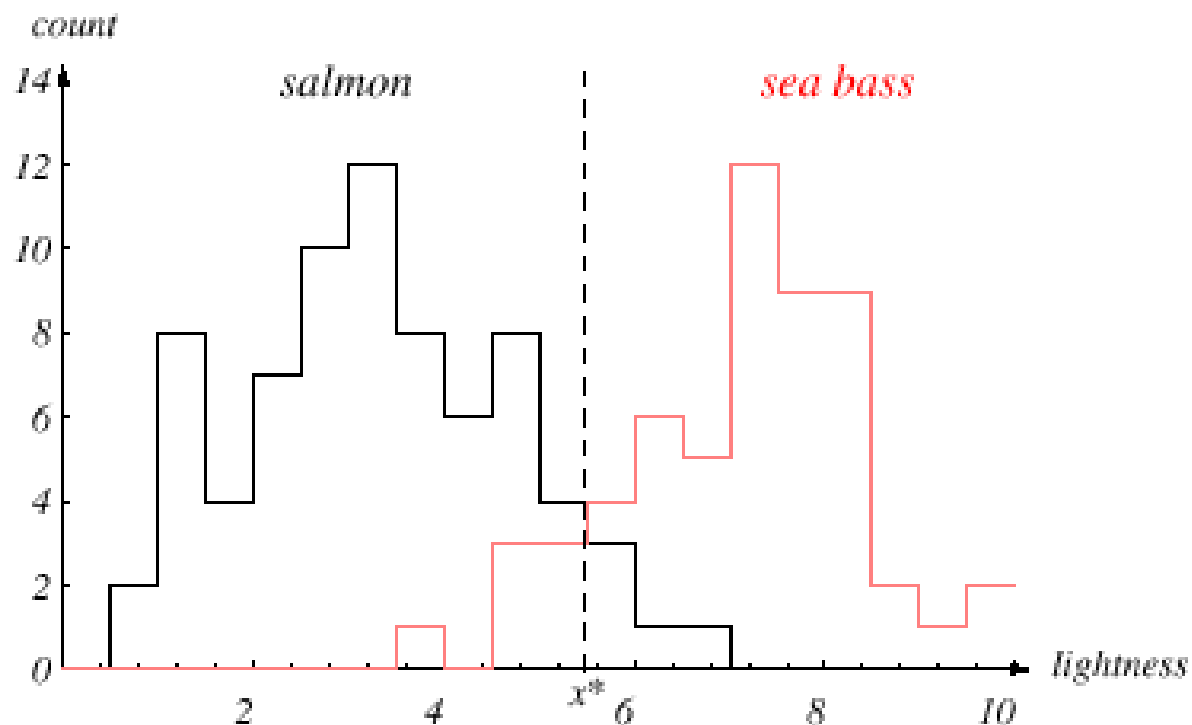
从长度上选一个阈值很难区分

Salmon: 鲑鱼 Sea bass: 鲈鱼





特征选择：亮度



错误率仍然较高

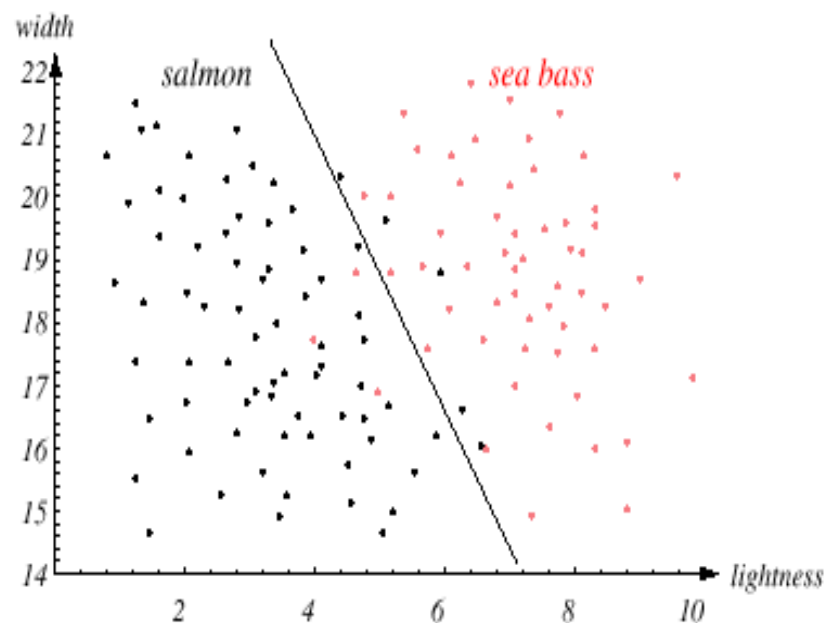




特征选择：光泽度+宽度

1. 如果单一特征不能产生一个满意的结果，我们可以考虑融合多种特征；
2. **光泽度与宽度(二维特征)**，描述鱼的数据——模式

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{光泽度} \\ \longrightarrow \text{宽度} \end{array}$$





西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.2 模式识别的基本概念

问题1：是不是特征越多越好？





问题1：是不是特征越多越好？

◆ 二维特征的分类结果看起来好于一维特征；

◆ 我们可以考虑加入更多的特征来进一步提高分类效果，比如背鳍的顶角，嘴的位置等等；

1. 特征越多，测量的代价就越多；

2. 加入冗余或低辨别力的特征，反而可能会带来负面影响；

3. 特征越多，模型就越复杂，分类边界也越复杂，容易过拟合。





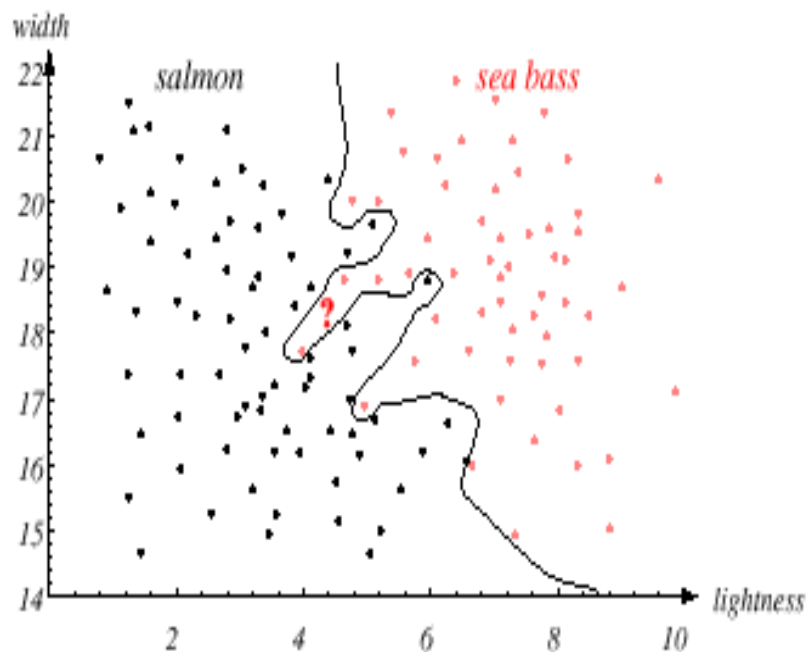
西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.2模式识别的基本概念

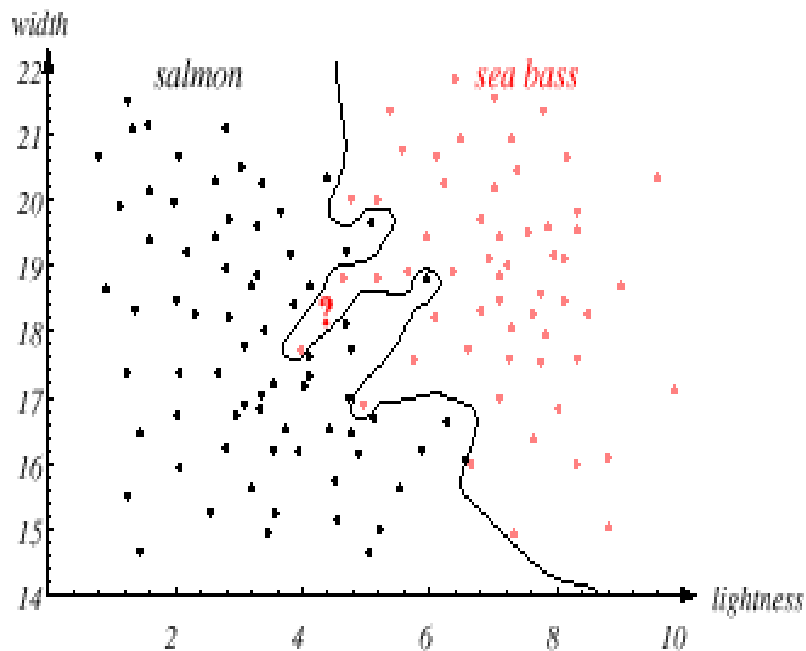
问题2：训练样本的完美分类面是不是最好的？

?





问题1：训练样本的完美分类面是不是最好的？



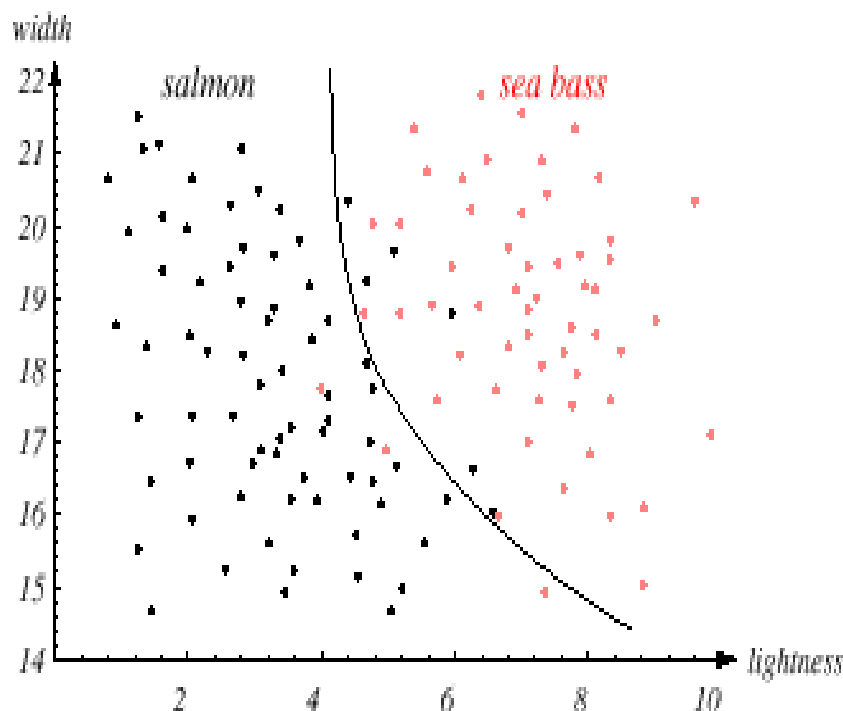
◆分类器设计的核心目标是实现对未知样本的正确分类，也就是要有好的推广能力。

◆一个过于复杂的决策界面一般来说不太可能有好的推广能力，它过拟合了个别少量的训练样本。这些训练样本没有真正地反映数据的真实分布。

结论：我们必须在训练样本的分类正确率和推广能力之间权衡以得到满意的设计。



非线性分类面



图中的判决面是对训练样本的分类性能和分界面复杂度的一个折中，可以解决这种线性不可分问题。

避免过拟合的方法：
避免过于复杂的分类面。





1.2 模式识别的基本概念

- ◆ **样本 (sample)** : 一类事物的一个具体体现, 所研究对象的一个个体, 也称模式。
- ◆ **样本集 (sample set)** : 若干样本的集合。
- ◆ **类或类别 (class)** : 在所有样本上定义的一个子集, 处于同一类的样本在我们所关心的性质上是不可区分的, 即具有相同的模式, 也称模式类。
- ◆ **特征 (feature)** : 用于表征样本的观测信息, 通常是数值表示的, 有时也称为属性 (attribute); 如果是高维则称为特征向量, 样本的特征 (向量) 构成了特征空间, 每个样本是特征空间中的一个点。





1.2模式识别的基本概念

- ◆已知样本（**known sample**）：事先知道类别标号的样本（训练样本）。
- ◆未知样本（**unknown sample**）：类别标号未知但特征已知的样本（待识别的样本，测试样本）。
- ◆一般来说，模式识别必须经历如下的过程：

模式空间 → 特征空间 → 类型空间





1.2 模式识别的基本概念

模式空间

在模式空间里，每个样本模式都是一个点，点的位置由该模式在各维上的测量值确定。

特征提取

特征空间

对模式空间里的各坐标元素进行综合分析，以提取最能揭示样本属性的特征，这些特征就构成特征空间。

分类决策

类型空间

根据适当的判决规则，把特征空间里的样本区分成不同的类型，从而把特征空间塑造成了类型空间。由特征空间到类型空间所需要的操作就是分类判决。





■ 模式识别过程：

从物理上可以觉察到的世界，通过模式空间、特征空间到类型空间，经历了模式采集、特征提取和选择、以及分类决策等过程，这就是一个完整的模式识别过程。



✓ **模式识别**：是从样本到类别的映射





第一章 模式识别概论

1.1什么是模式识别

1.2模式识别的基本概念

1.3模式识别系统（基本框架）

1.4模式识别的历史与现状

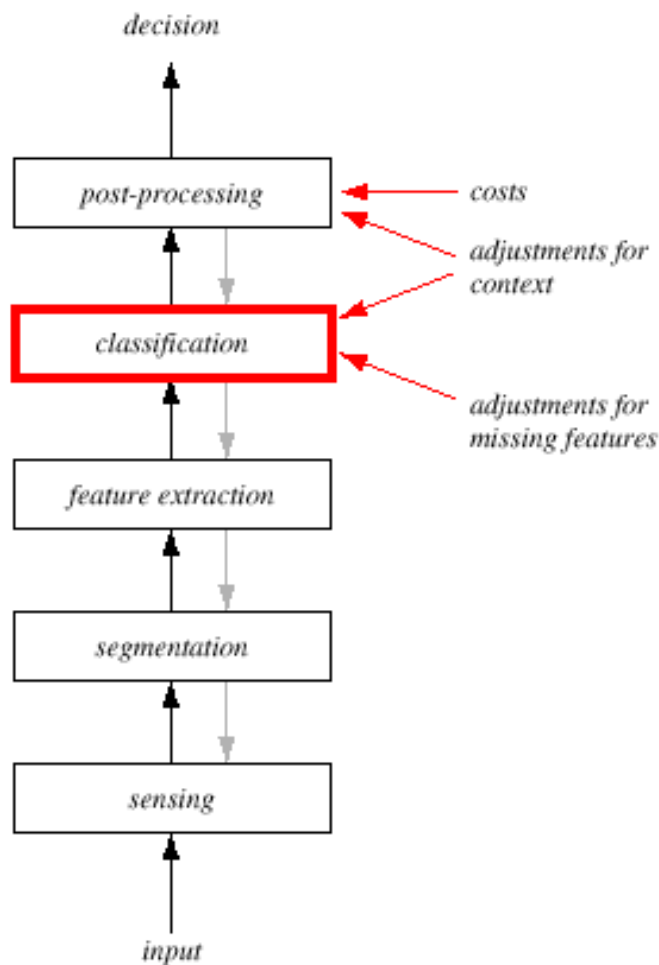
1.5模式识别方法

1.6模式识别应用领域





1.3模式识别系统



模式识别系统

❖ **传感器(Sensing):** 信号采集

❖ **分割 (Segmentation):** 使模式之间相互独立，互不重叠，依靠图象处理技术。

❖ **特征提取(Feature extraction)**

- 可判别特征
- 平移、旋转和尺度变换不变性特征

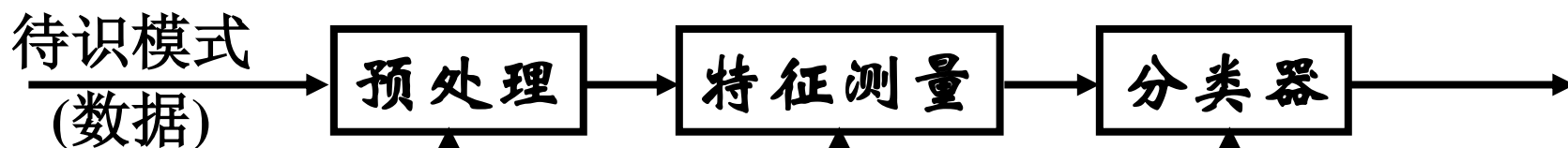
❖ **分类(Classification):** 由特征向量确定对象所属的类别。

❖ **后处理(Post Processing):** 利用“上下文”先验信息提高分类性能。

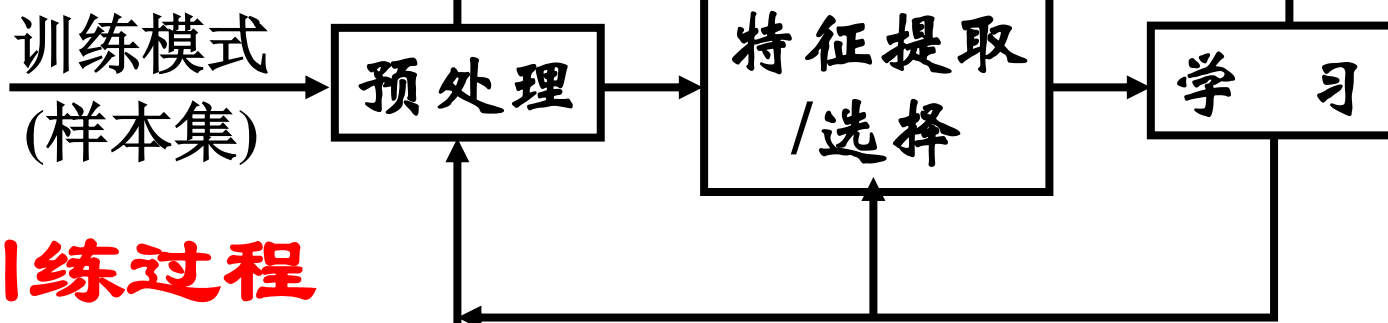




识别过程

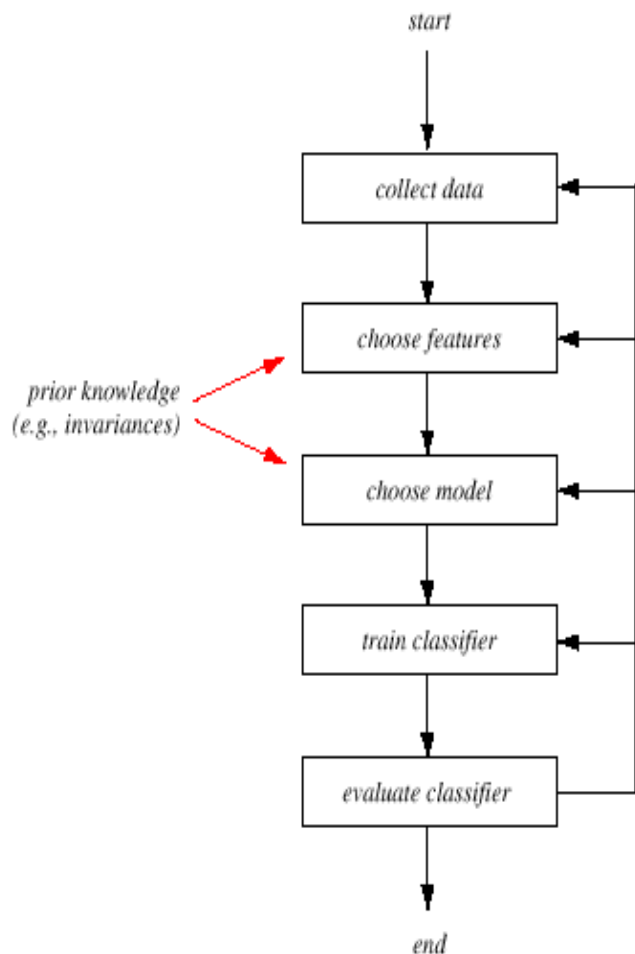


训练过程





1.3模式识别系统



模式识别系统设计的五个步骤：

- **收集数据 (collect data)**：收集足够的代表性样本
- **特征选择 (choose features)**：确定哪个目标的属性可以区别不同的目标
- **选择模型 (choose model)**：选择分类器模型，确定分类原理和机理
- **训练分类器 (train classifier)**：确定分类器参数
- **分类器评估 (evaluate classifier)**：估计可能的误差率





- ◆ **分类器的学习和适应**：给定一般模型或分类器的形式，利用样本(例子)去学习或估计模型的未知参数。
 - ▣ **有监督学习(Supervised learning)**：已知训练样本集中每个输入样本的类别标记和分类代价，寻找能降低总体代价的方向。已知分类情况，计算各类在特征空间的分布，然后对未知样本进行分类。
 - ▣ **无监督学习(Unsupervised learning)**：样本的类别标记和分类代价未知，由聚类器形成“聚类”(clusters)或者“自然组织(natural groupings)”。事先不知有多少类，有哪些类，只能根据样本间的相似性进行聚合。





第一章 模式识别概论

1.1 什么是模式识别

1.2 模式识别的基本概念

1.3 模式识别系统（基本框架）

1.4 模式识别的历史与现状

1.5 模式识别方法

1.6 模式识别应用领域





1.4模式识别的历史与现状

- 1929年 Gustav Tauschek (奥地利)利用光学和机械手段发明了阅读机，能够阅读0-9的数字，在德国获得了光学字符识别的专利。
- 20世纪30年代 Fisher提出统计分类理论,奠定了统计模式识别的基础。统计模式识别发展很快，但由于被识别的模式愈来愈复杂，特征也愈来愈多，出现“维数灾难”问题。
- 20世纪40年代电子计算机兴起，由于计算机运算速度的迅猛发展，统计模式识别的“维数灾难”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。





1.4模式识别的历史与现状

- 20世纪50年代人工智能兴起。乔姆斯基（Chomsky）提出形式语言理论，用数学方法研究自然语言（如英语）和人工语言（如程序设计语言）的产生方式、一般性质和规则。
- 由于统计方法不能表示和分析模式的结构，20世纪70年代以后结构和句法模式识别方法受到关注。尤其是美籍华人付京荪提出句法结构模式识别理论，在20世纪70-80年代受到了广泛的关注。但是，句法模式识别中的基元提取和文法推断（学习）问题直到现在还没有很好的解决，因而没有太多的实际应用。





1.4模式识别的历史与现状

- 20世纪80年代，**BP算法**的重新发现和成功应用推动了人工神经网络的研究热潮。神经网络方法与统计学习方法相比具有不依赖概率模型、参数自学习、泛化能力强等优点。
- 20世纪90年代，**支撑向量机（SVM）**的提出吸引了模式识别领域对**小样本统计学习理论和核方法（Kernel Methods）**的关注。与神经网络相比，SVM通过优化一个泛化误差界限，自动确定一个最优的分类器结构，具有更好的泛化能力。核方法的引入使统计方法从线性空间推广到高维非线性空间。（经验风险最小化-结构风险最小化）

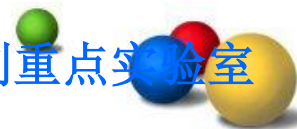




● 21世纪以来：蓬勃发展时期

- 统计学习理论越来越多地用于解决具体的模式识别和模型选择问题
- 新的概率密度估计、特征选择、特征变换、聚类算法不断提出
- 模式识别领域和机器学习领域的互相渗透
- 模式识别系统大规模用于实际问题

Ref: 刘成林, 谭铁牛. 模式识别研究进展. 中科院自动化所, 模式识别重点实验室





● 发展趋势

- **半监督学习 (Semi-supervised Learning)** : 利用少量的标注样本和大量的未标注样本进行训练和分类
- **增量学习 (Incremental Learning)** : 样本逐步积累时, 学习精度也要随之提高
- **迁移学习 (Transfer Learning)** : 将从一个环境中学到的知识用来帮助新环境中的学习任务
- **主动学习 (Active Learning)** : 根据已标记样本集合, 找到未标记样本的子集, 主动提出标记请求, 学习器之外的某个系统对这些未标记进行标记后, 加入标记样本中, 进行下一次迭代
-





第一章 模式识别概论

1.1 什么是模式识别

1.2 模式识别的基本概念

1.3 模式识别系统（基本框架）

1.4 模式识别的历史与现状

1.5 模式识别方法

1.6 模式识别应用领域





西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.5模式识别的方法

- 模板匹配法
- 统计方法
- 结构方法(句法方法)
- 神经网络方法





模板匹配

- 首先对每个类别建立一个或多个模板
- 输入样本和数据库中每个类别的模板进行比较，求相关或距离
- 根据相关性或距离大小进行决策
- 优点：直接、简单
- 缺点：适应性差
- 形变模板





统计方法

- 根据训练样本，建立决策边界 (decision boundary)
 - 统计决策理论——根据每一类总体的概率分布决定决策边界
 - 判别式分析方法——给出带参数的决策边界，根据某种准则，由训练样本决定“最优”的参数
- 本课程的重点内容





句法方法

- 许多复杂的模式可以分解为简单的子模式，这些子模式组成所谓“**基元**”
- 每个模式都可以由基元根据一定的关系来组成
- 基元可以认为是语言中的词语，每个模式都可以认为是一个句子，关系可以认为是语法
- 模式的相似性由句子的相似性来决定
- 优点：适合结构性强的模式
- 缺点：抗噪声能力差，计算复杂度高





神经网络

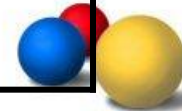
- 进行大规模并行计算的数学模型
- 具有学习、推广、自适应、容错、分布表达和计算的能力
- 优点：可以有效的解决一些复杂的非线性问题
- 缺点：缺少有效的学习理论





几种方法比较

方法	表达	识别函数	评价准则
模版匹配	样本，像元 ， 曲线	相关， 距离 度量	分类错误
统计方法	特征	决策函数	分类错误
句法方法	基元	规则， 语法	接受错误
神经网络	样本， 像元 ， 特征	网络函数	均值方差错误





第一章 模式识别概论

1.1什么是模式识别

1.2模式识别的基本概念

1.3模式识别系统（基本框架）

1.4模式识别的历史与现状

1.5模式识别方法

1.6模式识别应用领域





1.6模式识别的应用领域



Aircraft



Animal



Building



Bus

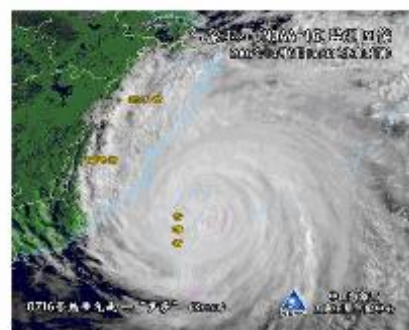
图片



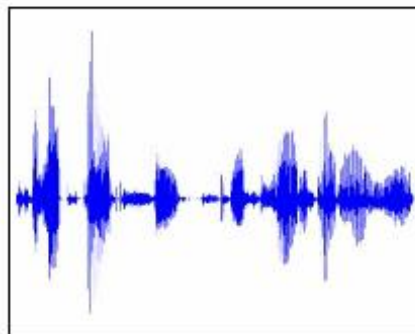
电视



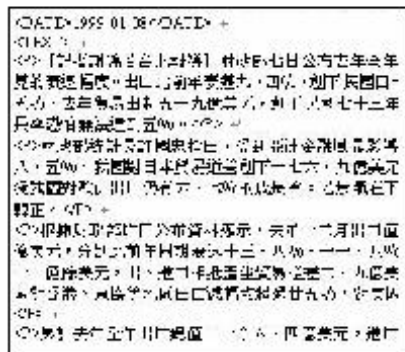
视频监控



遥感图像



语音



文本



网络数据



医学图像



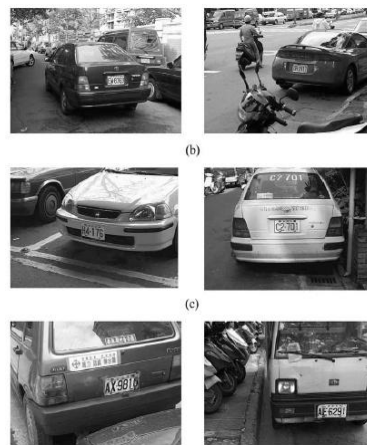


◆ 文字处理:

- 文字识别（印刷体，手写体汉字识别，车牌识别）；
- 办公自动化（机器翻译）；
- 银行（支票识别）；
- 邮局（邮政信函的自动分拣）

Earham encourag-

Earham encourag

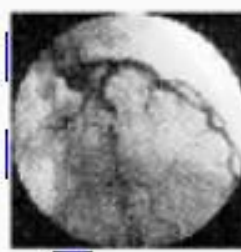
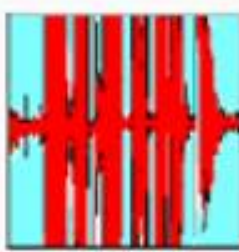


	P7577	P7577
	G4402	G4402
	DU3403	DU3403
	GG 4025	GG4025
	CX0166	CX0166



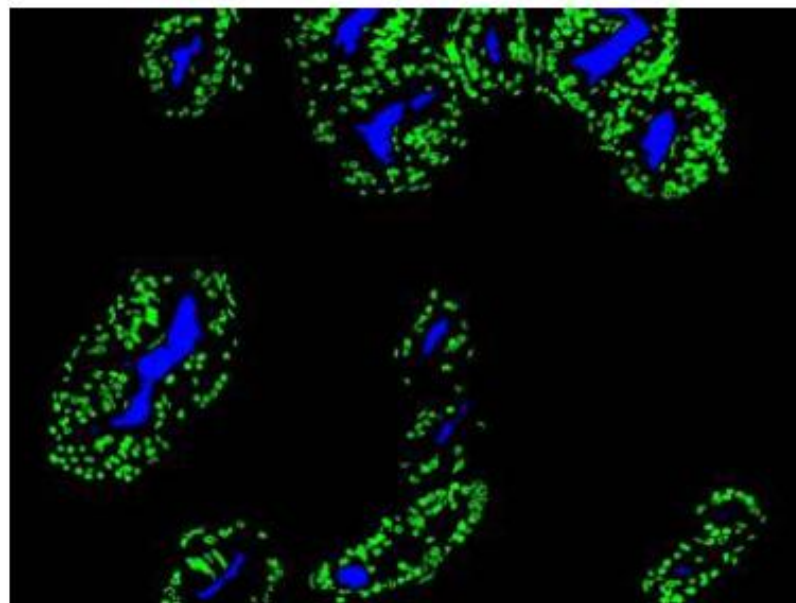
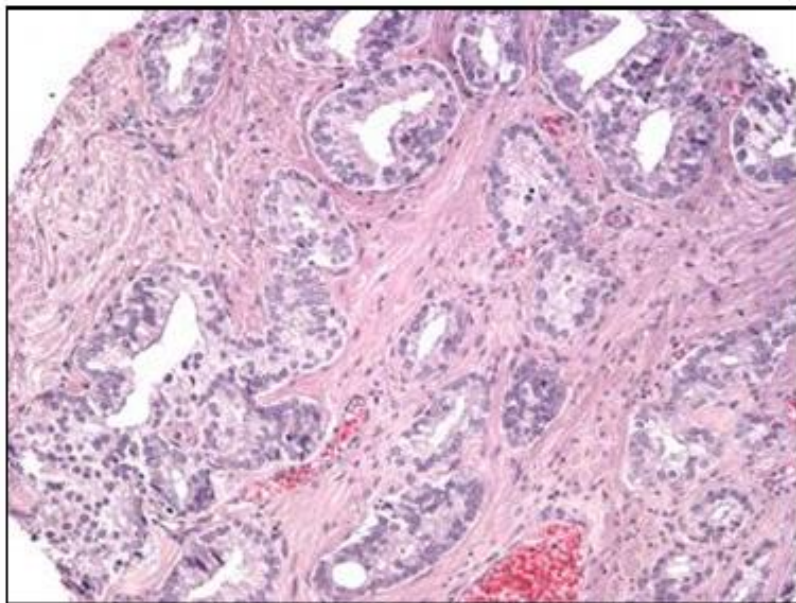


◆ **生物特征识别：** 指纹识别，人脸识别，虹膜识别，声音识别，签名识别，步态识别……





- ◆ **生物医学：** 血细胞计数，染色体分类，心电脑电图，整形外科，癌症检测和分级……



Cancer detection and grading using microscopic tissue data.





- ◆ **遥感：** 资源普查（地形地貌分析，森林、海洋资源普查，湖水面积计算），地图识别，军事目标检测……



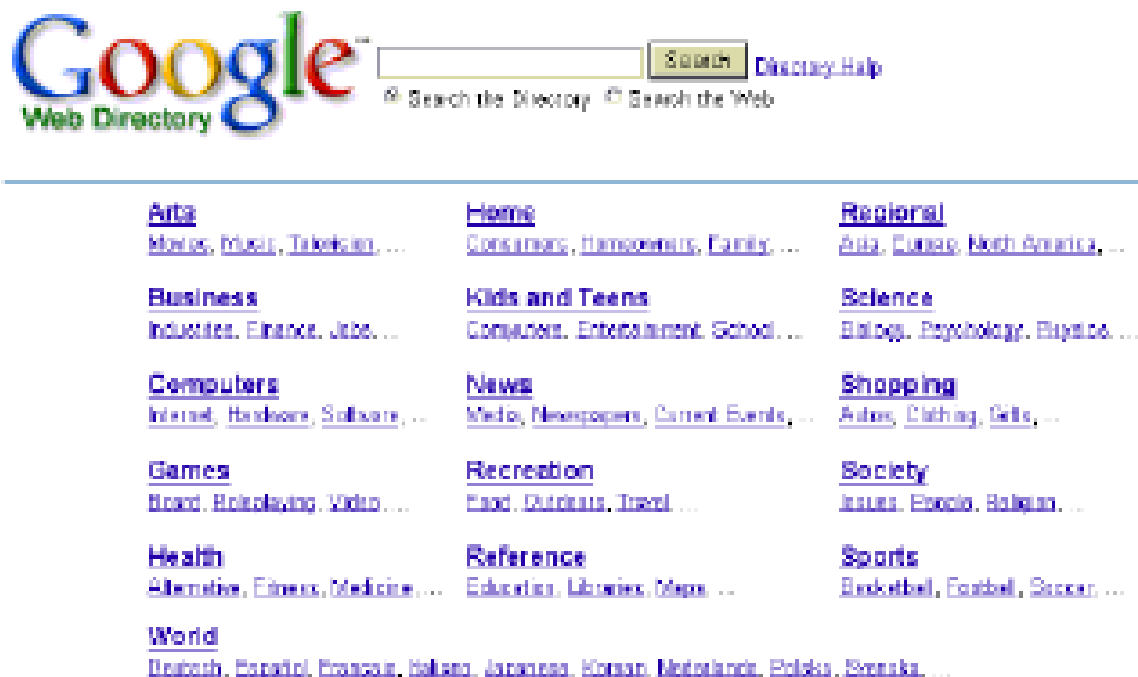


西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.6模式识别的应用领域

◆ 文档分类





◆ 预测决策



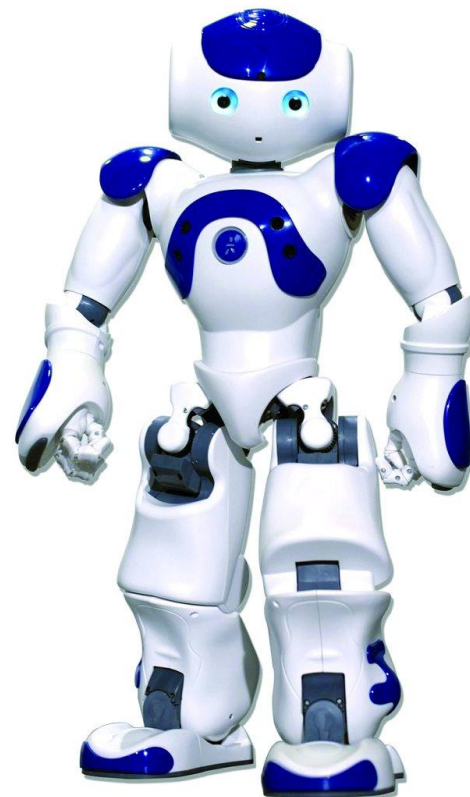
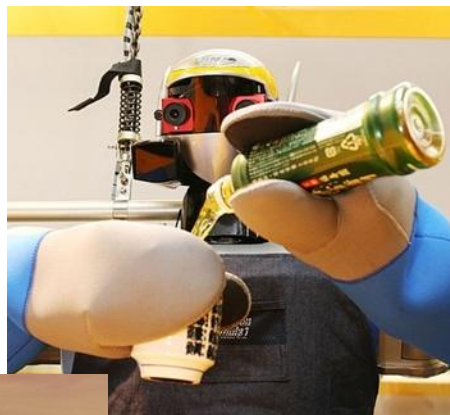
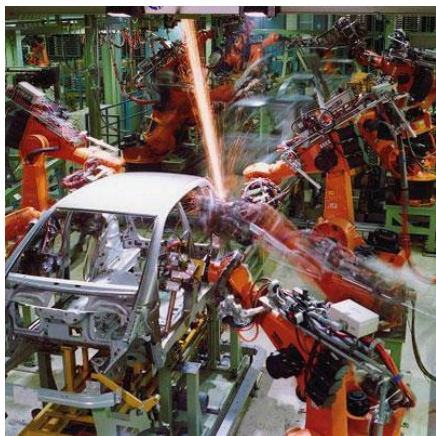


西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY

1.6模式识别的应用领域

◆ **机器人：** 机器人是一种可编程的多功能操作装置。机器人研究的四个阶段：遥控机器人——程序机器人——自适应机器人——智能机器人。





◆ 其它:

