

# 模式识别与深度学习

---

PATTERN RECOGNITION & DEEP LEARNING

授课教师：金野 左旺孟

Email: [jinye@hit.edu.cn](mailto:jinye@hit.edu.cn)

Tel:13766863217

Q群： 227304357

地址：新技术楼906

# 考试形式

课程考试 50% : 公平公开, 开卷考试

课程实验 30% : 课堂点名、平时作业

平时成绩 20% : 课堂点名、平时作业

翻转课堂、实践报告 +10% : 鼓励参与各实验室的  
相关课题!

# 模式识别

---

Pattern Recognition

第1章 绪论

# 第1章 绪论

## 1.1 什么是模式识别

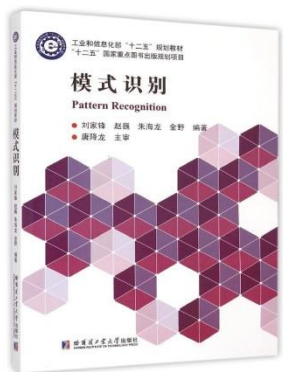
## 1.2 模式识别系统构成

## 1.3 模式识别的基本问题与方法

## 1.4 模式识别相关书籍、期刊简介

## 1.5 课程内容

# 1.1 什么是模式识别？



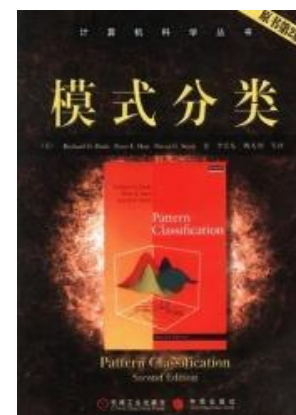
——从工程的角度考虑，  
针对给定的任务和应用，  
研究如何使计算机具有识别能力。

## 认知科学：

生物体如何趋利避害？如何具有识别能力？  
认知过程中的一切行为都归结为模式识别。

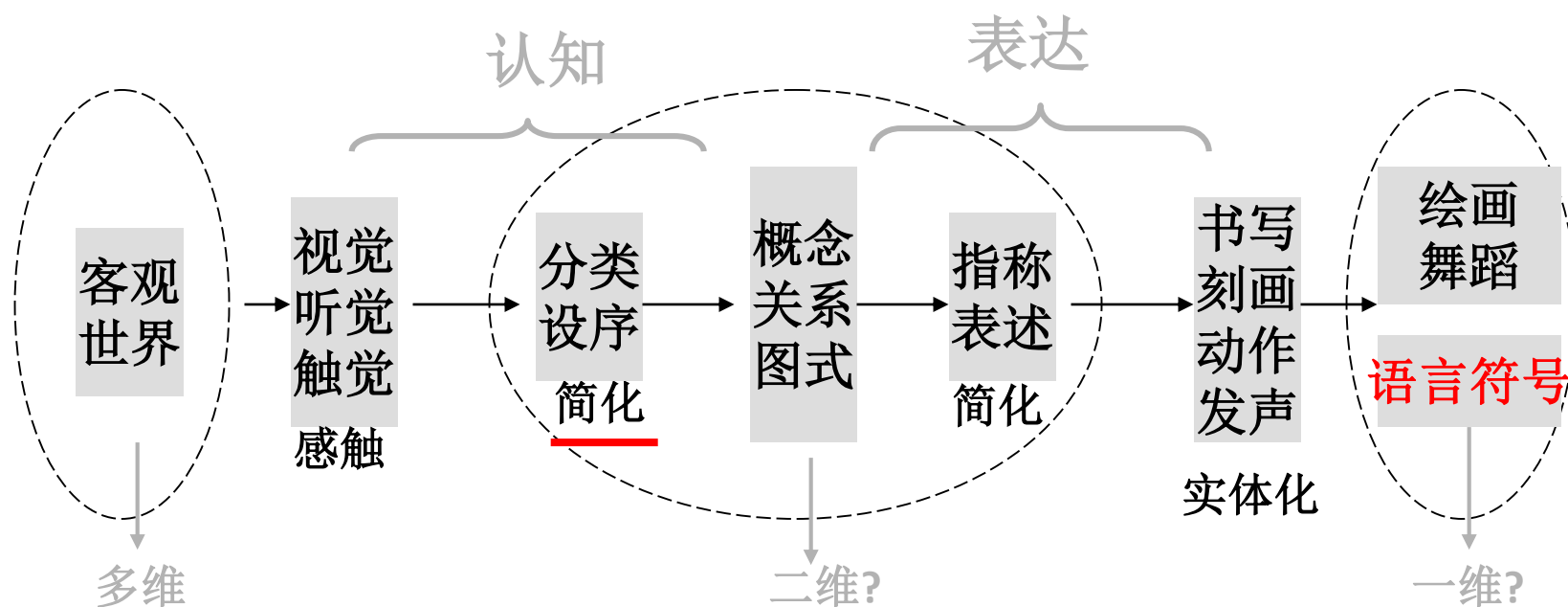
## 哲学：

亚里士多德——物质的本质属性？  
达摩——这是什么？本性、真谛？



# 认知与表达Cognition & Expression

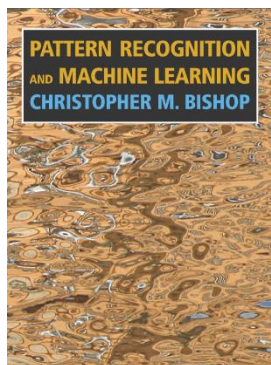
物质存在  $\longrightarrow$  主体思维  $\longrightarrow$  外化表达



## 1.1 什么是模式识别？

### ■ 使机器具备识别能力——Anil K. Jain

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



### ■ 发现规律、应用规律——Chris Bishop

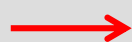
The field of pattern recognition is concerned with the automatic **discovery of regularities** in data through the use of computer algorithms and with the use of these regularities to **take actions** such as classifying the data into different categories

## 1.1 什么是模式识别？

- 模式 (Pattern)：待识别对象的一组属性集合。



对象本身



测量属性：{颜色、形状、糖度、酸度、重量...}



属性集合 (特征)：  $x=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5...)$

- 识别/分类 (Recognition/Classification)：  
根据模式描述，判断不同的识别对象是否属于相同类别。



苹果橘子分类：颜色、形状...



苹果好坏分类：糖度、酸度、重量...

——针对问题，选择有效的特征及分类方法！



# 模式识别的发展历程

- 1929年：Gustav Tauschek，机械手段的光学字符识别；
- 1957年：IBM的C.K.Chow将统计决策方法用于字符识别；
- 1966年：第一次以“模式识别”为题的学术会议；
- 1972年：第一届国际模式识别大会，ICPR；
- 60年代：基本的统计模式识别方法已经成型；
- 70年代：K.S.Fu提出的句法结构模式识别理论；
- 80年代：反向传播算法推动了人工神经网络研究的热潮；
- 90年代：提出支持向量机和核方法，组合多分类器；
- 21世纪：提出深度学习、强化学习、图网络...

# 模式识别与机器学习



John Hopcroft  
1986年图灵奖得主。

信息革命正在改变我们的世界，而机器学习则是其重要的推动力。其中，深度学习是机器学习非常重要的一个方面。

“现在的人工智能只是高维空间的模式识别而已，并不能抽取物体的本质特征，进而理解其功能或其他重要方面。”  
要实现这一点，需要另外40年的时间才能完成这场革命。

- 计算机学院2/3研究中心都在从事模式识别研究

研究中心	研究所	教研室	实验室
智能接口与人机交互研究中心			
语言技术研究中心			
企业与服务智能计算研究中心			
计算机网络与信息安全技术研究中心			
容错与移动计算研究中心			
海量数据计算研究中心			
生物计算研究中心			
多智能体机器人研究中心			
模式识别研究中心			
航天软件工程研究中心			
社会计算与信息检索研究中心			
信息对抗技术研究所			
计算机科学技术研究所			

# 计算机学院模式识别相关领域研究现状

## 作为主要研究方向：

模式识别与智能系统研究中心

语言技术研究中心

智能接口与人机交互研究中心

社会计算与信息检索研究中心

生物计算研究中心

多智能体机器人研究中心

## 作为重要关键技术：

海量数据计算研究中心

企业与服务智能计算研究中心

航天软件工程研究中心

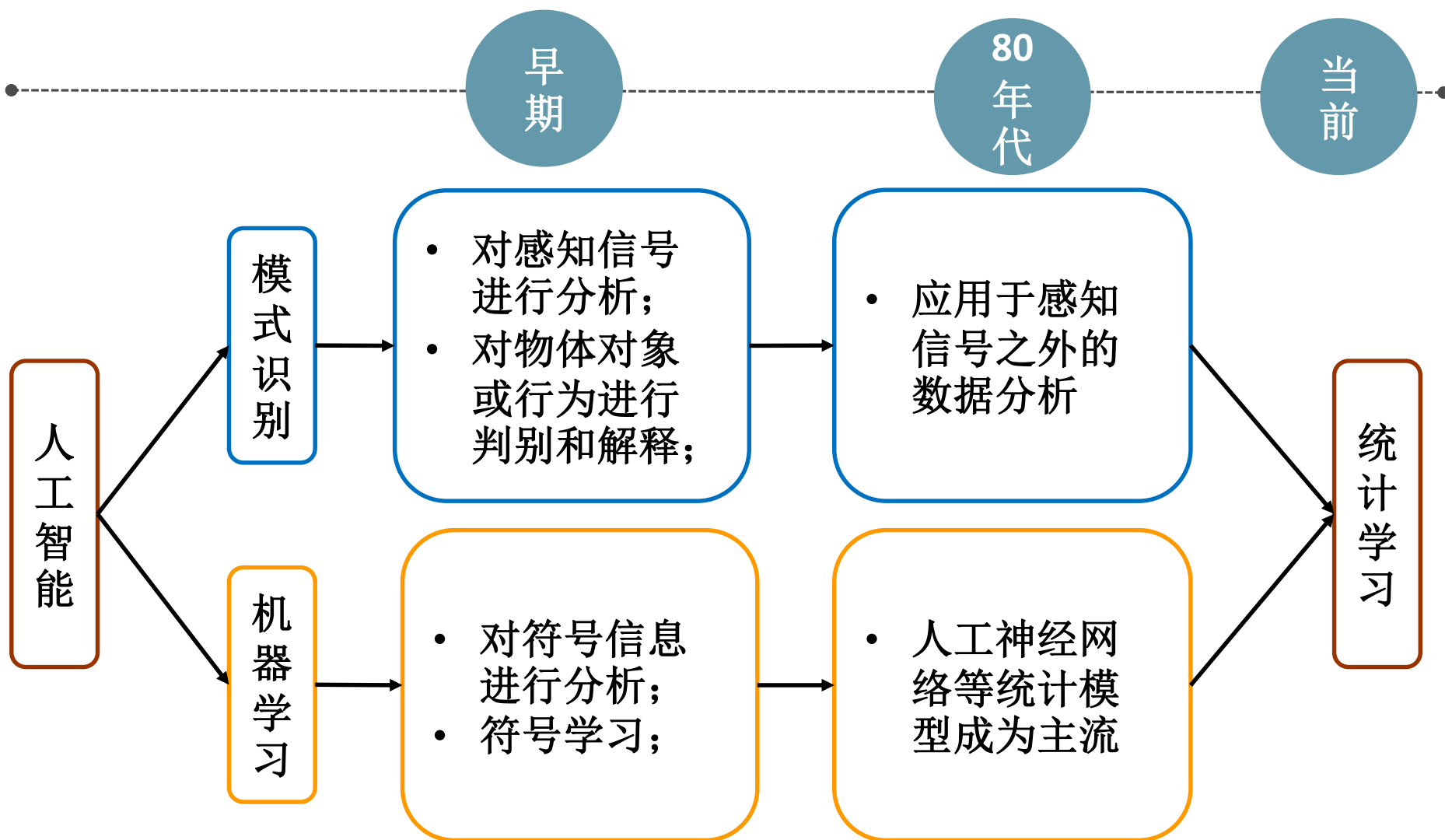
作业0：调研这些研究中心，找老师沟通，选择一个你喜欢的课题，作为实践课题

模式识别技术目前已出现在几乎所有科学和工程领域！

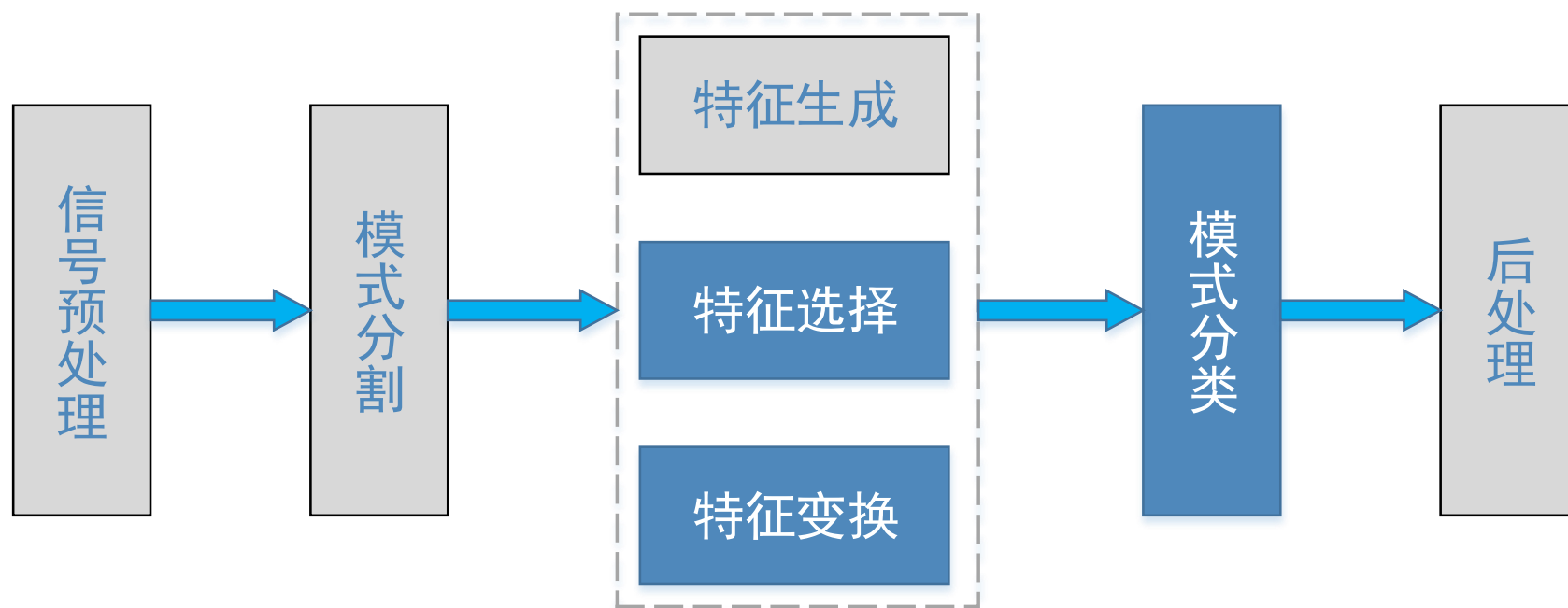
——Duda（15年前）

哈尔滨工业大学 计算机学院  
模式识别与智能系统研究中心

# 模式识别的相关学科



## 1.2 模式识别系统

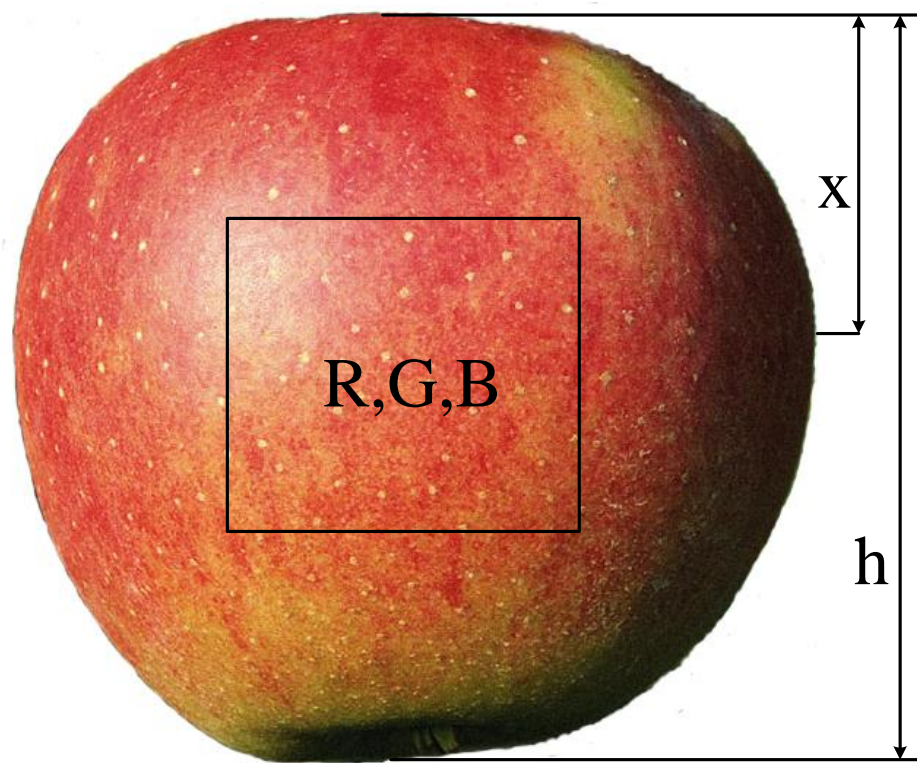


模式识别是系统问题  
——面向实际问题，具体问题具体分析！

# 特征抽取:







原始5维特征 ( $R, G, B, x, h$ )

特征选择

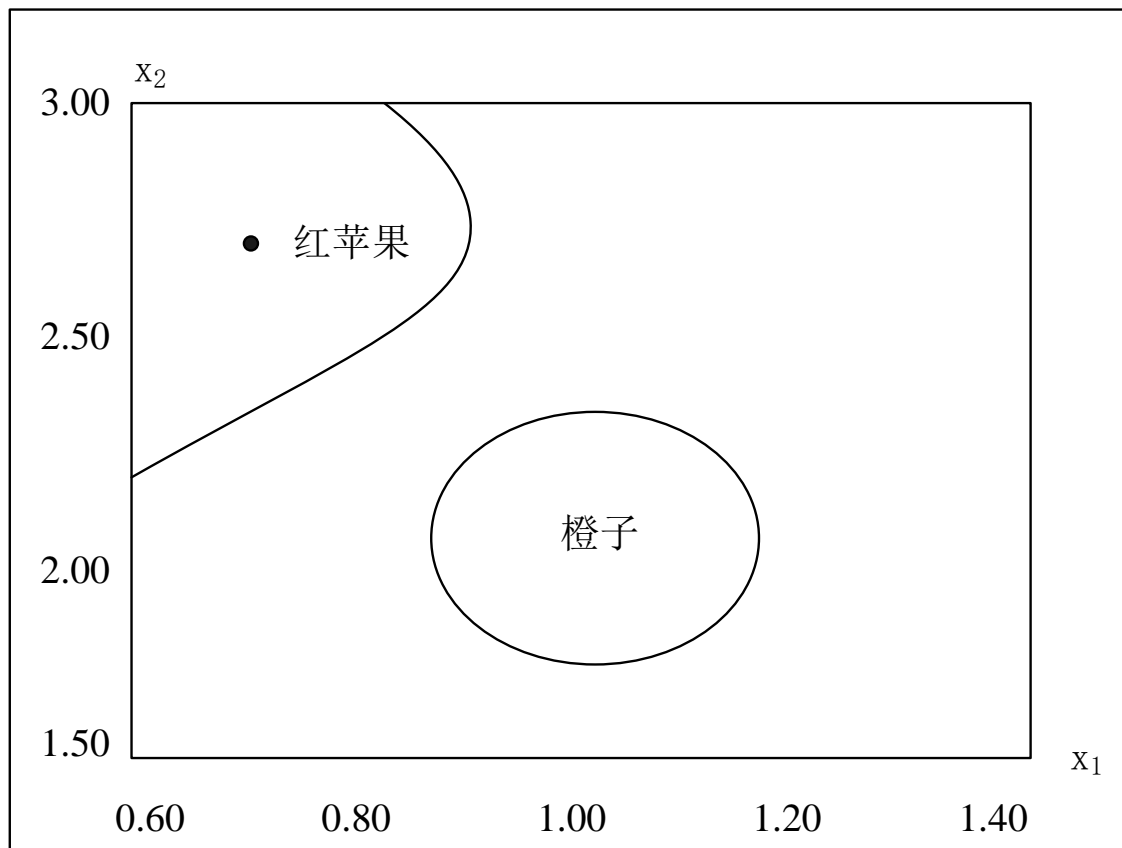
蓝色分量B对分类作用低，去掉后得到4维特征 ( $R, G, x, h$ )

计算红绿比值和x、h比值得到2维特征 ( $\frac{R}{G}, \frac{x}{h}$ )

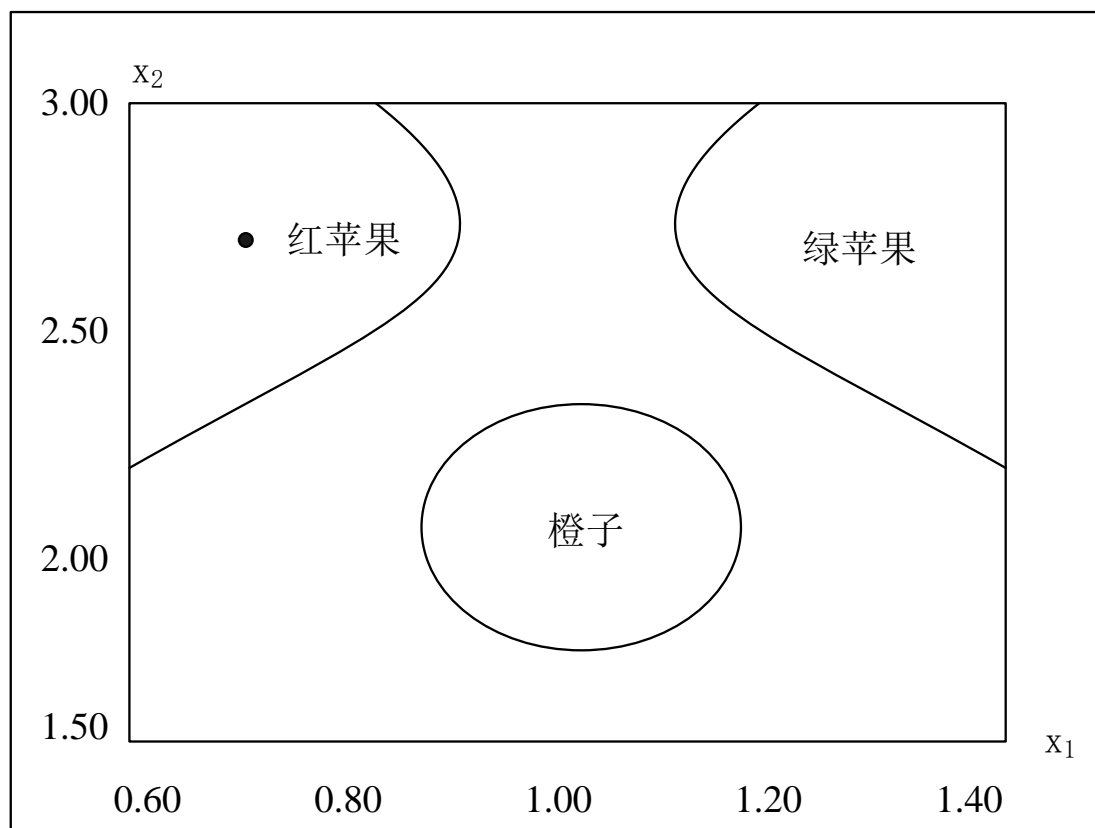
特征提取



# 特征分布

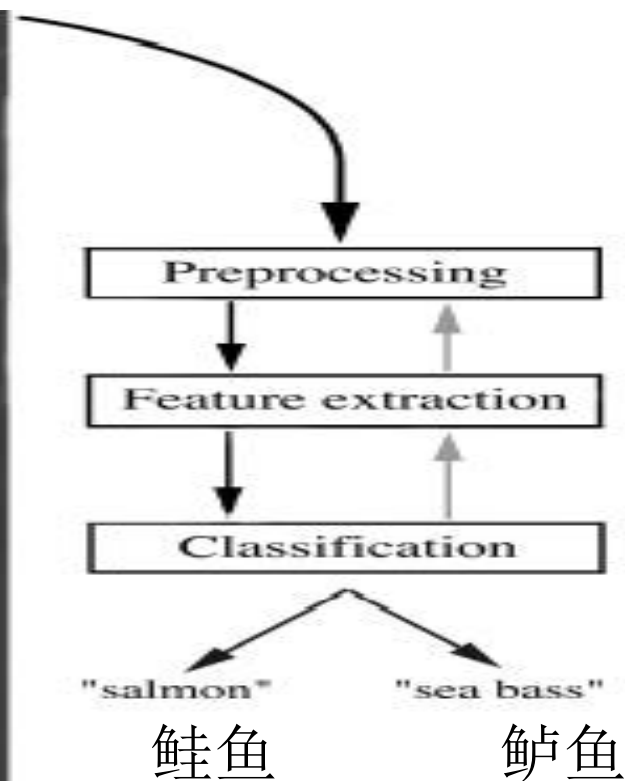
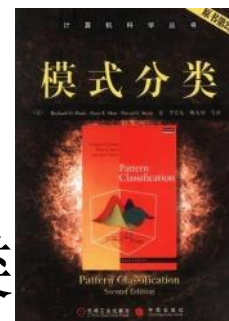


# 特征分布



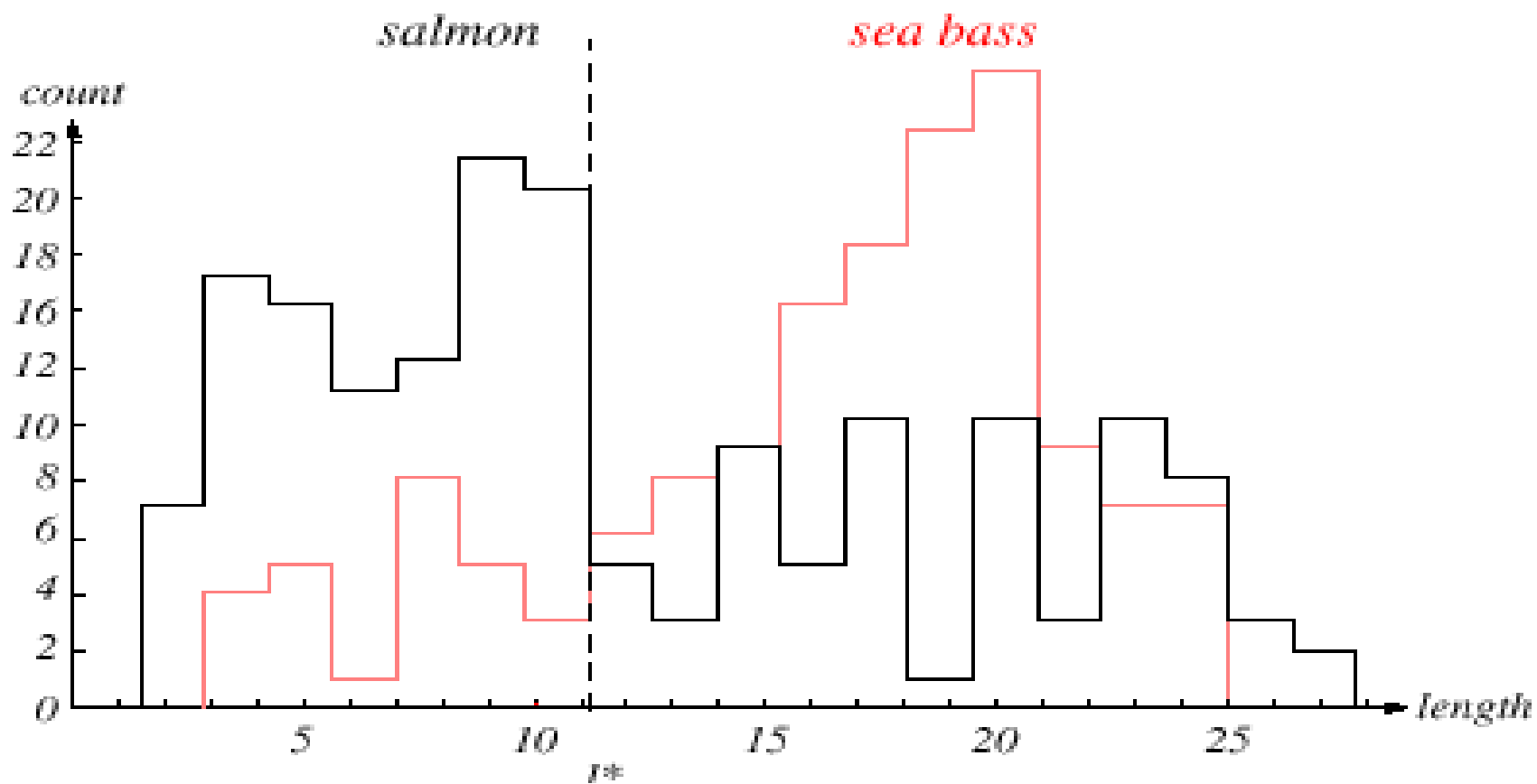
# 模式识别过程实例

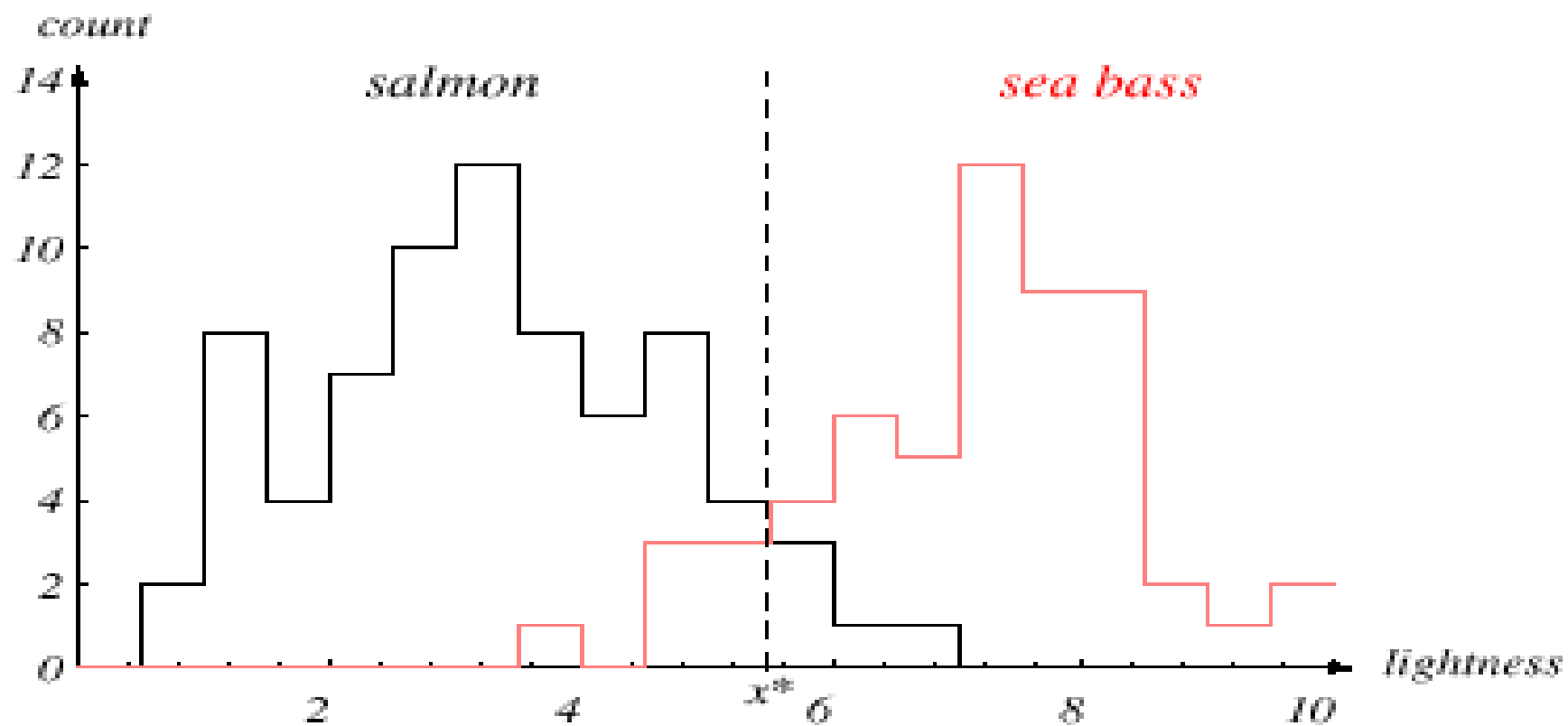
在传送带上用光学传感器件对鱼按品种分类

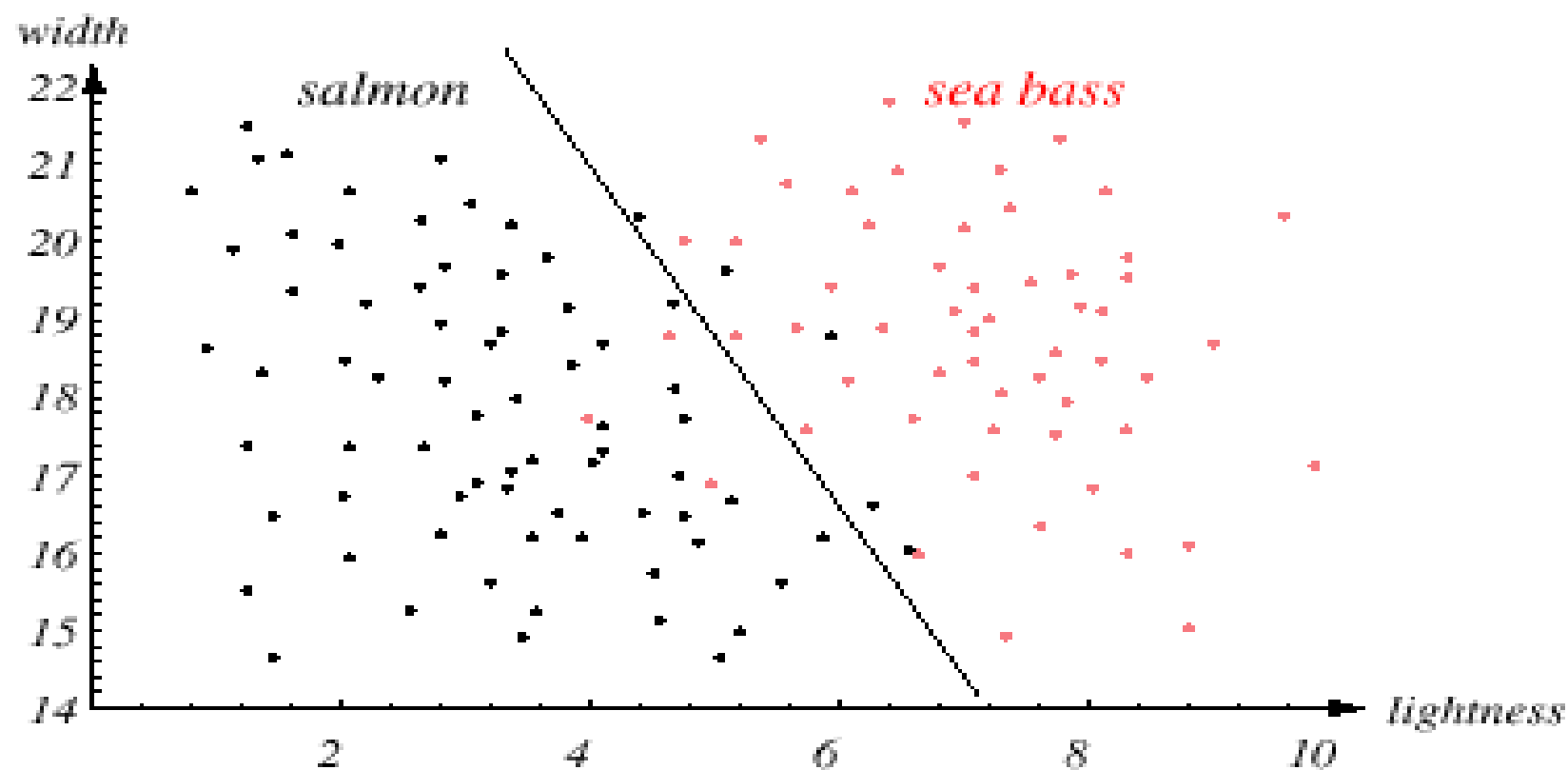


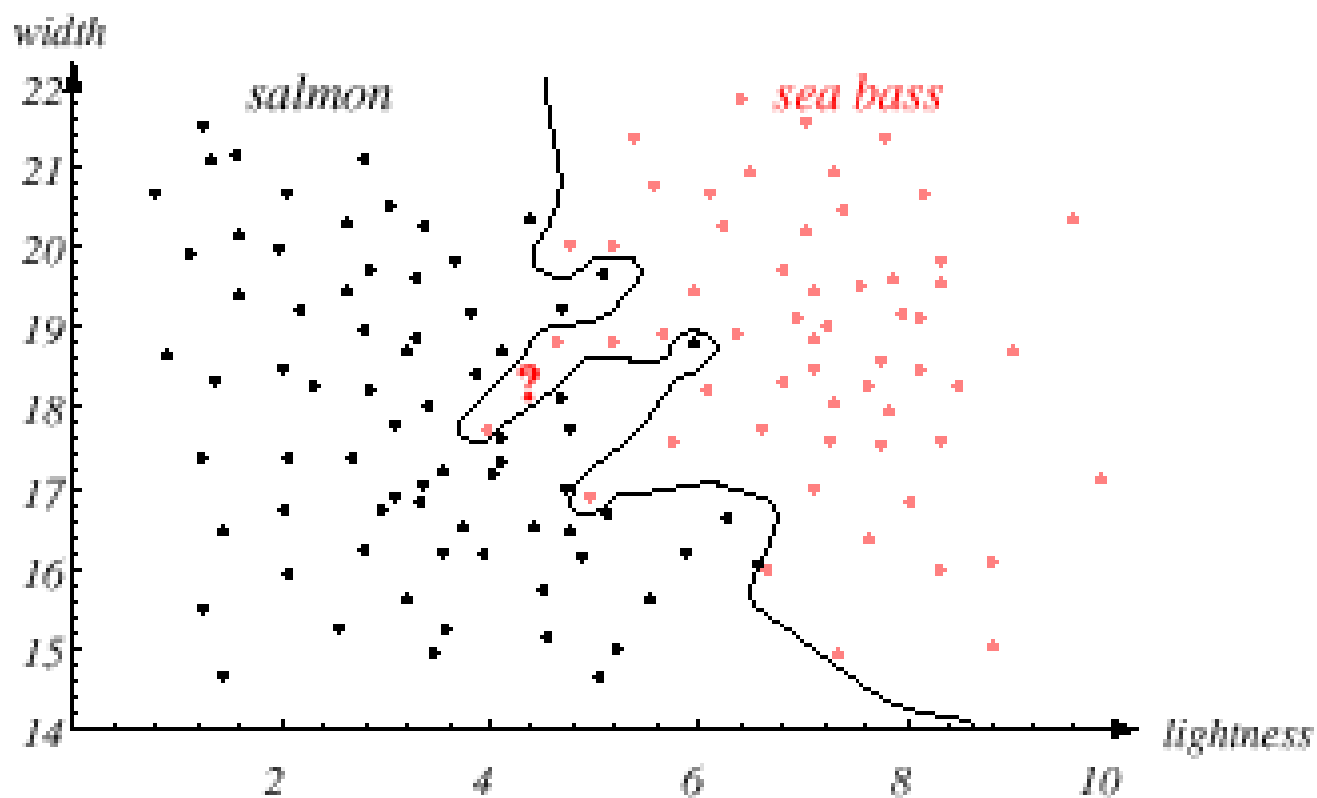
# 识别过程

- ▣ 数据获取：架设一个摄像机，采集一些样本图像，获取样本数据
- ▣ 预处理：去噪声，用一个分割操作把鱼和鱼之间以及鱼和背景之间分开
- ▣ 特征提取和选择：对单个鱼的信息进行特征选择，从而通过测量某些特征来减少信息量
  - 长度
  - 亮度
  - 宽度
  - 鱼翅的数量和形状
  - 嘴的位置，等等 ...
- ▣ 分类决策：把特征送入决策分类器

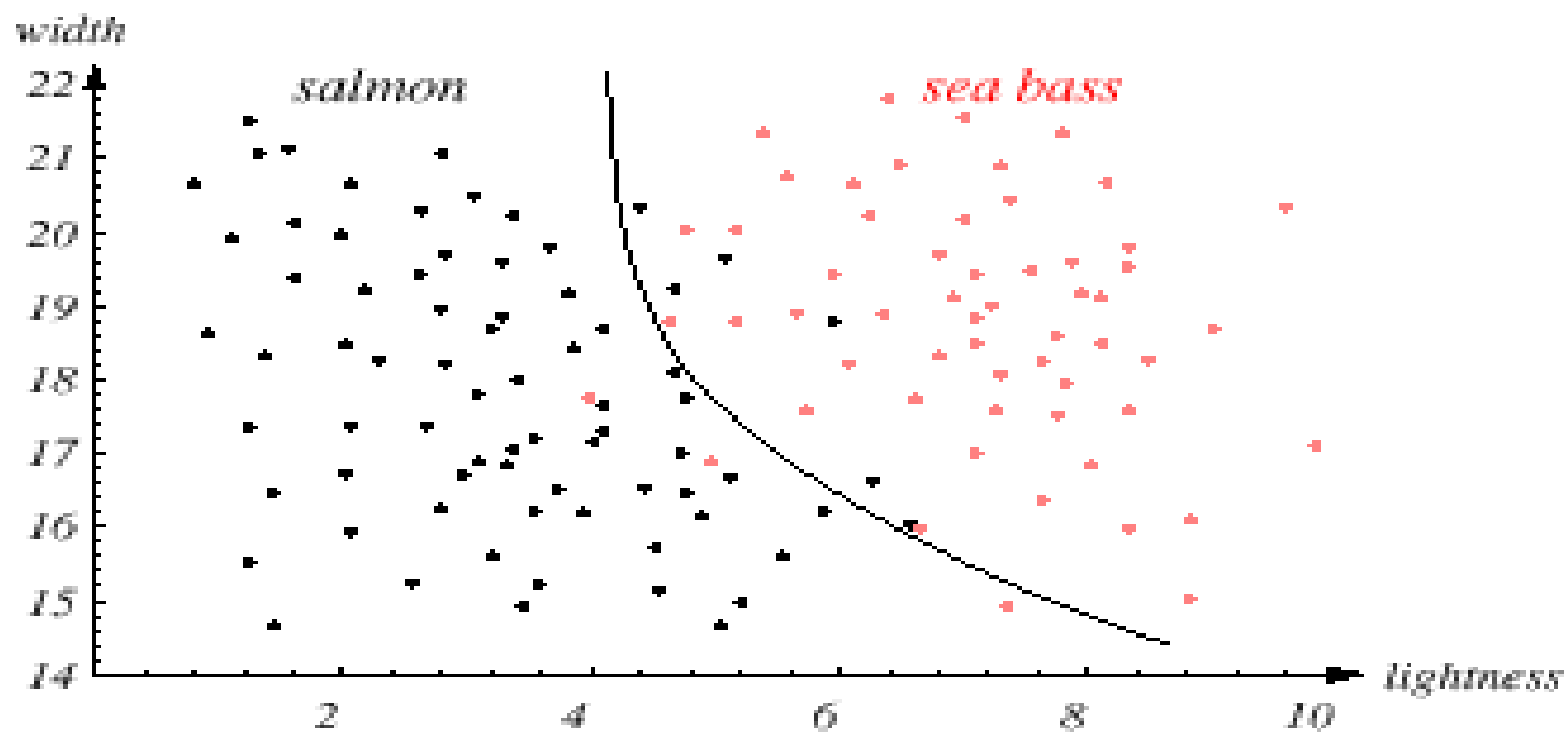




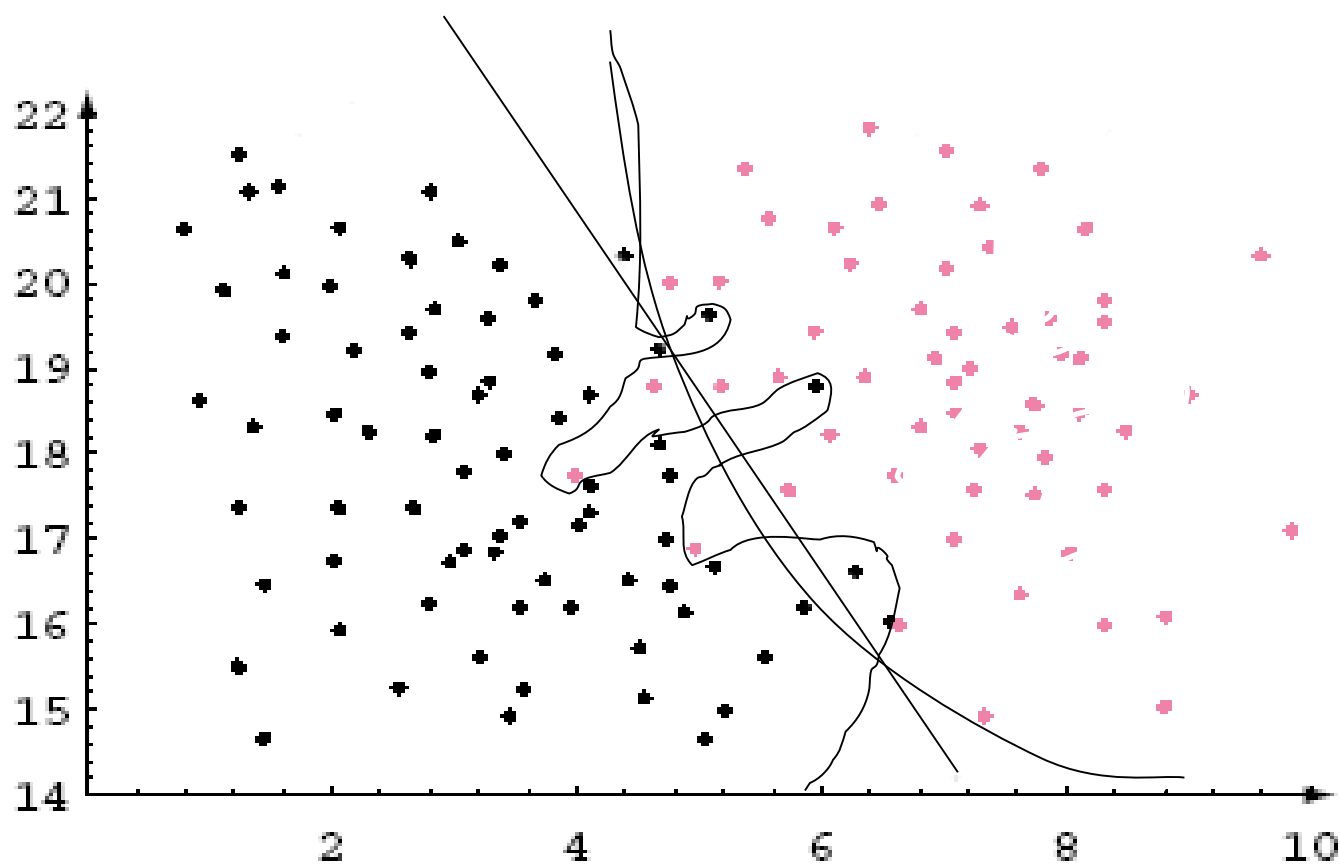








# 模式识别系统设计时的几个关键问题



# 模式识别、机器学习的几个关键概念

没有免费的午餐——具体问题、具体分析！

奥卡姆剃刀——如无必要勿增实体

泛化（Generalization）与VC维

——可“推广”的才是知识！

归纳偏置（inductive biases）——模型反映认知偏好

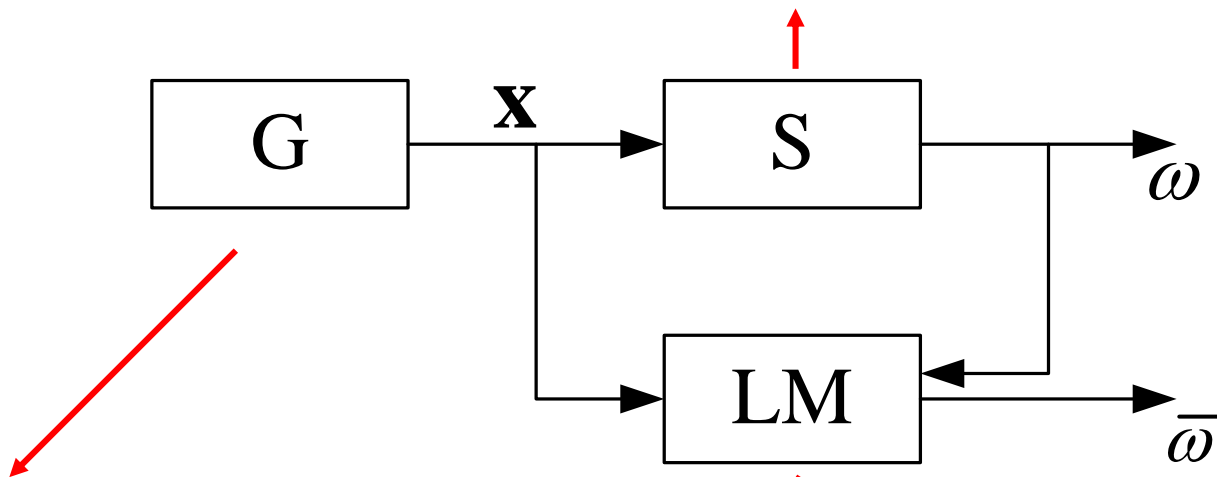
## 1.3 模式识别方法

- ▣统计模式识别：将模式看作为空间中的一个点，采用解析几何和概率论、数理统计的方法，判别输入模式的类别属性；
- ▣结构模式识别：也称为句法模式识别，将模式看成是由一些基本元素有组织的构成，用字符串对模式进行描述，利用形式语言和自动机理论对模式的结构进行分析和判别；

# 结构模式识别

- 通过考虑识别对象的各部分之间的联系来达到识别分类的目的。
- 识别采用结构匹配的形式，通过计算一个匹配程度值（matching score）来评估一个未知的对象或未知对象某些部分与某种典型模式的关系如何。
- 当成功地制定出了一组可以描述对象部分之间关系的规则后，检查一个模式基元的序列是否遵守某种规则，即句法规则或语法。

# 统计学习模型



**S: 目标算子 (训练器)**  
将 $x$ 变换成  $\omega$ , 存在、不变、未知。

**G: 数据 (实例) 发生器**

依据某一固定但未知的概率分布函数 $F(x)$ , 独立同分布地产生向量 $x$

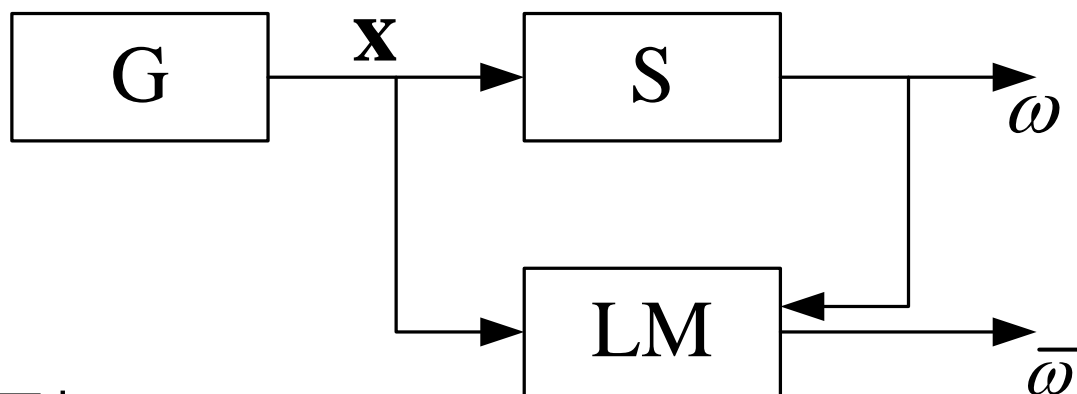
$$F(\mathbf{x}, \omega) = F(\mathbf{x})F(\omega|\mathbf{x})$$

**LM: 学习机器**

观测训练集 $(\mathbf{x}_1, \omega_1) \cdots (\mathbf{x}_l, \omega_l)$   
构造算子, 预测特定向量 $\mathbf{x}_i$ 的响应 $\omega_i$

学习过程: 从给定的函数集中寻找一个适当的函数

# 统计学习模型



学习目标:

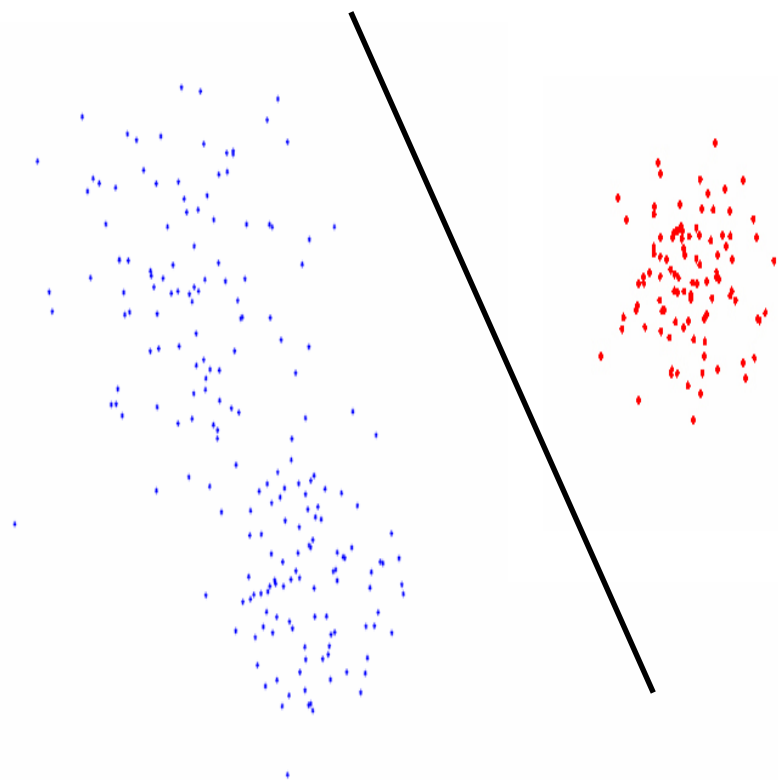
1, 模仿训练器的算子:

对给定的发生器 $G$ , 预测训练器 $S$ 的输出

2, 辨识训练器算子:

构造一个非常接近训练器算子 $S$ 的算子

## 1.3 模式识别方法



有监督学习——分类

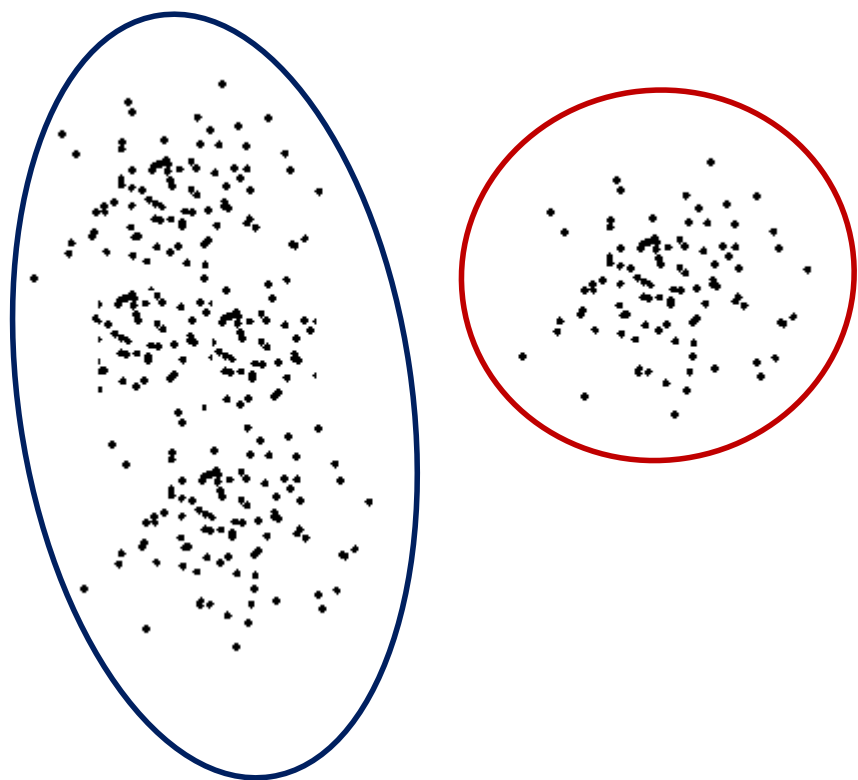
已知：训练样本

每个样本的所属类别

目的：利用训练样本学习分类器，  
对未知类别样本分类。



## 1.3 模式识别方法



无监督学习——聚类

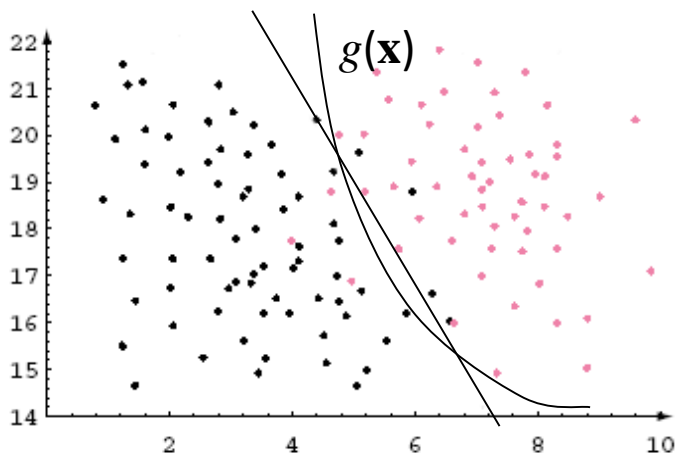
已知：训练样本

未知：不知道每个样本所属的类别，甚至类别数量也未知，

目的：利用无监督样本集，发现规律，对当前样本集合中样本进行分类

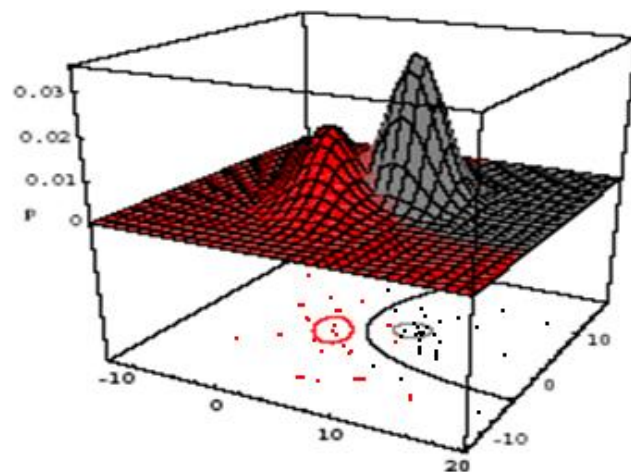
# 统计模式识别方法

## ▣ 鉴别模型



- 不同类别样本在特征空间中处于不同区域
- 学习  $g(\mathbf{x})$ , 对于不同区域输出不同值

## ▣ 产生式模型



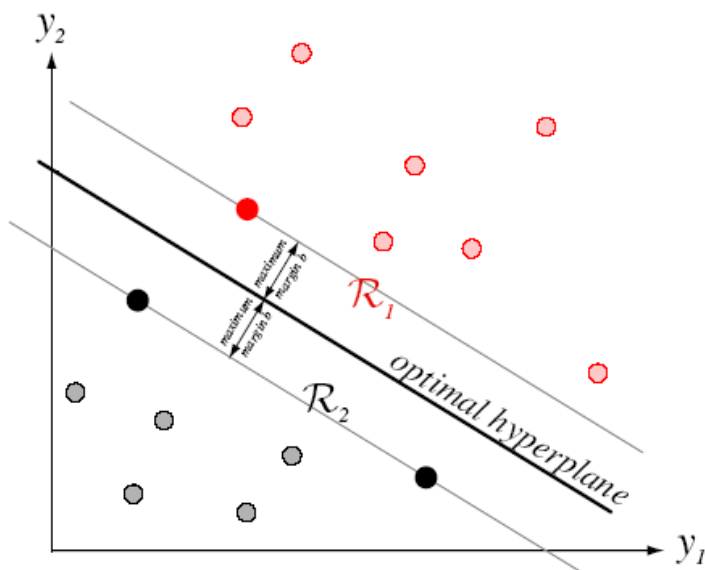
- 模式是分布在特征空间中的一个随机矢量, 在不同位置出现概率不同
- 根据模式在某点的出现的概率来判断该点所属类别

# 从浅层到深层



# 从浅层到深层

## □ 浅层学习



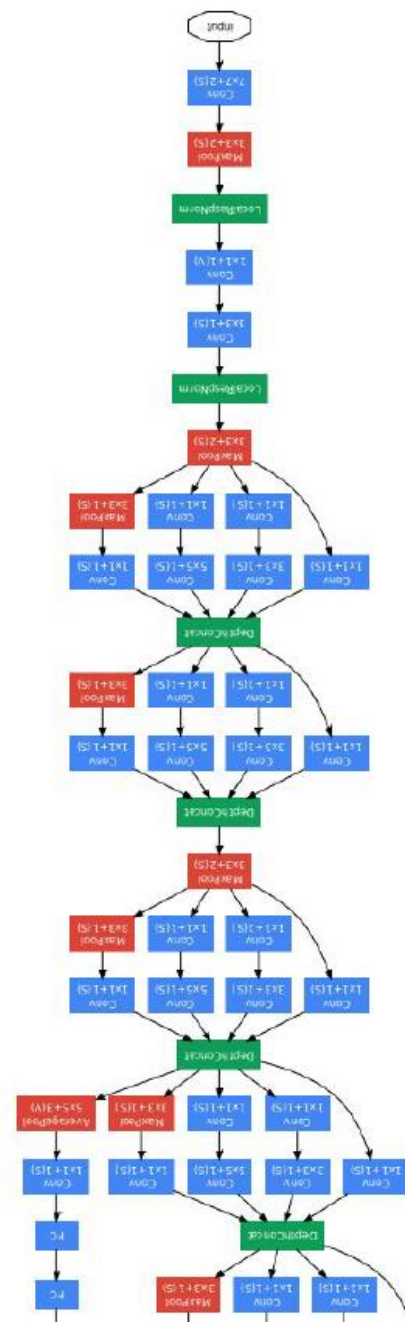
特征工程

特征选择与提取严重依赖专家经验进行

## □ 深度学习

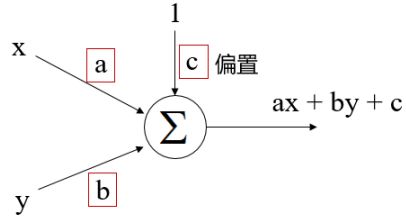
表示学习：模型的  
结构依赖  
专家经验

自动学习：自  
动学习调整模  
型结构

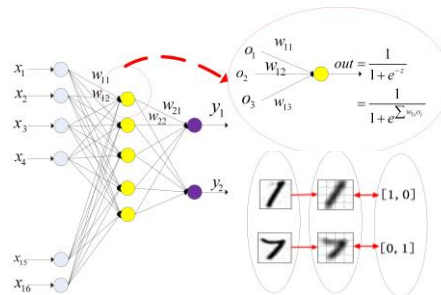


哈尔  
模式

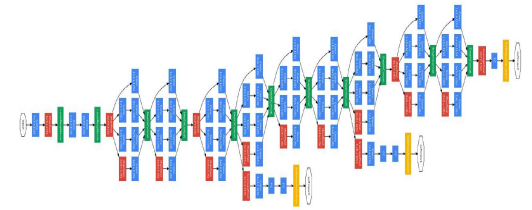
# 从神经网络到深度神经网络



神经网络的萌芽  
(单层感知器网络)



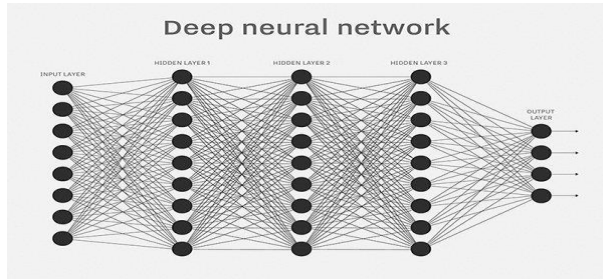
神经网络发展  
(BP网络)



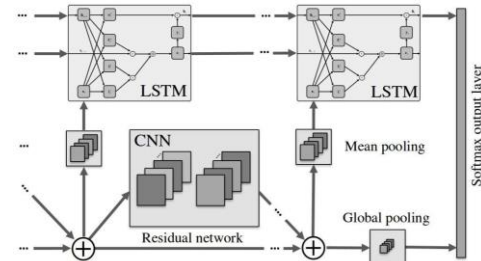
神经网络的突破  
(深度神经网络)



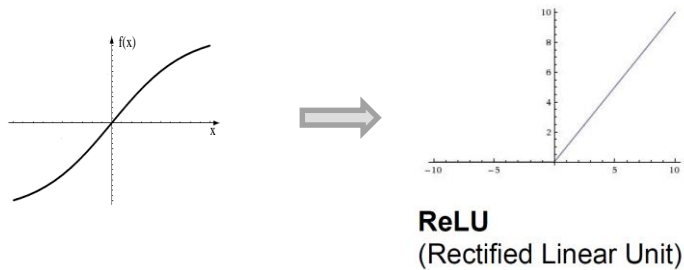
# 深度神经网络的技术特点



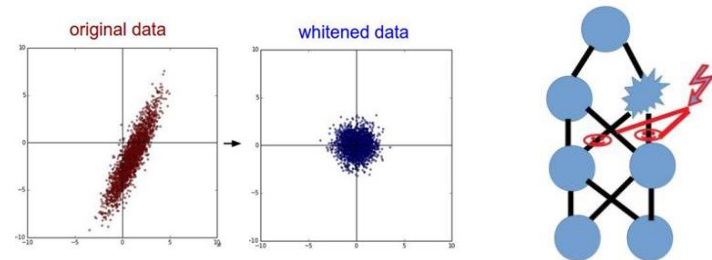
增加深度，增强描述能力



针对问题特点，设计连接方式



改进传输函数，加速信息传递

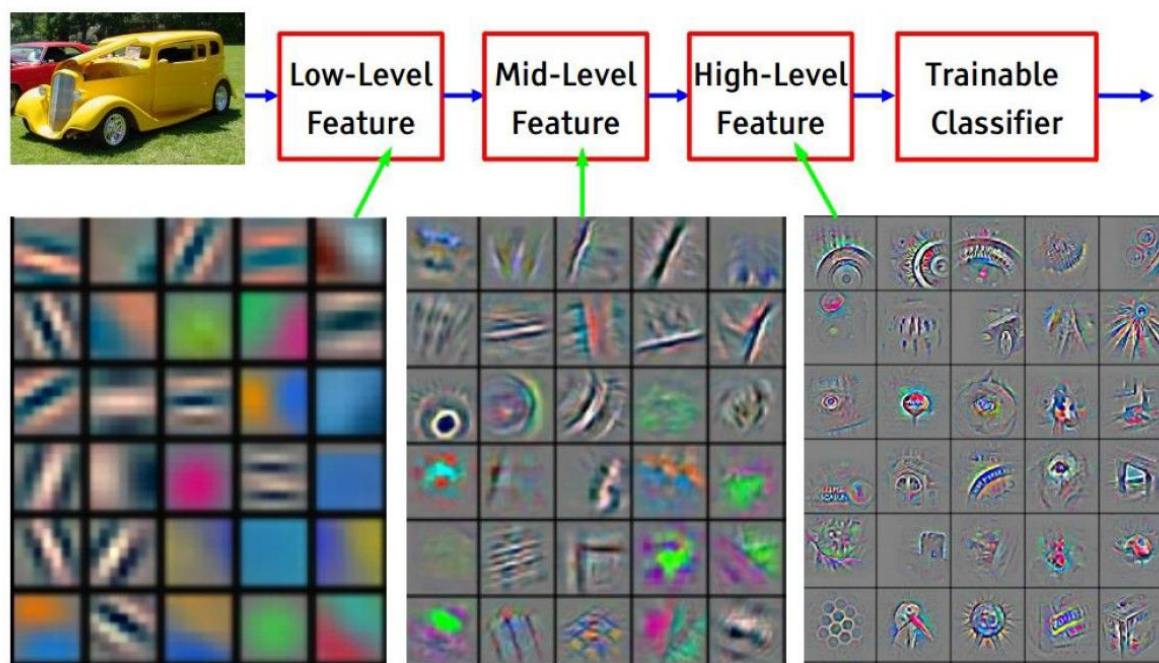


改进训练技巧，提升学习效果



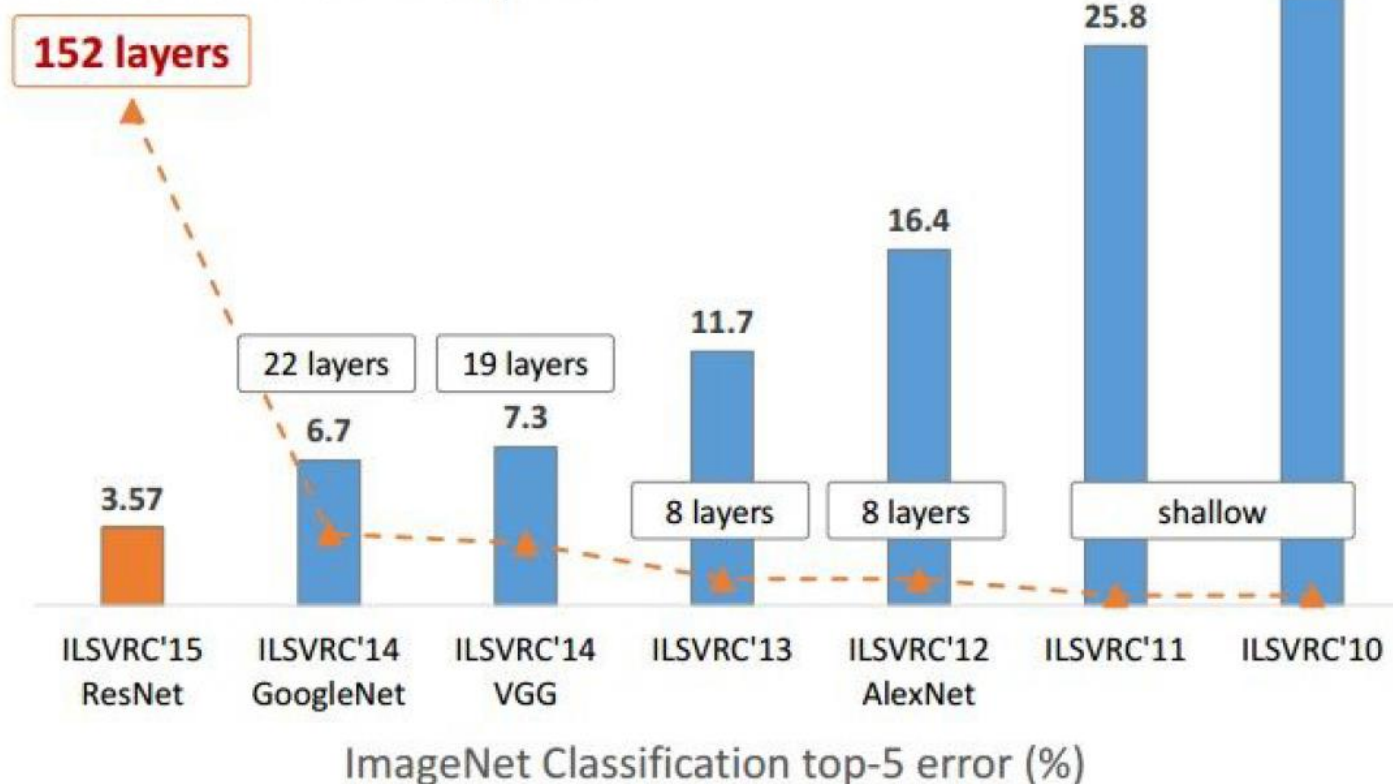
# 深度学习的作用

随着网络的加深，逐步提取到信号的高级特征，实现理解



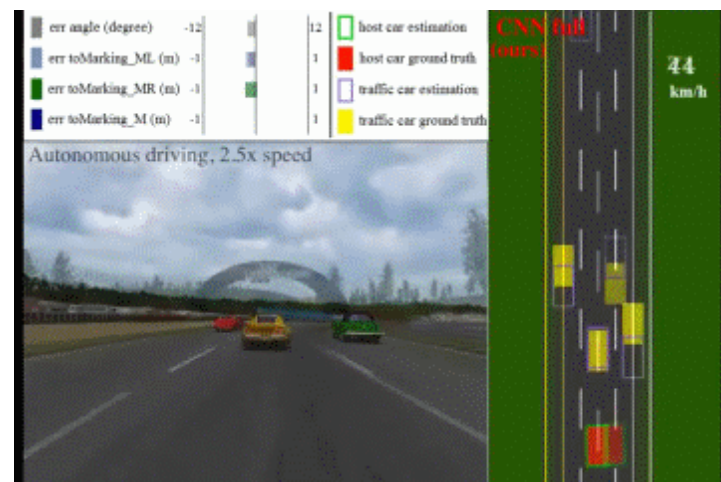
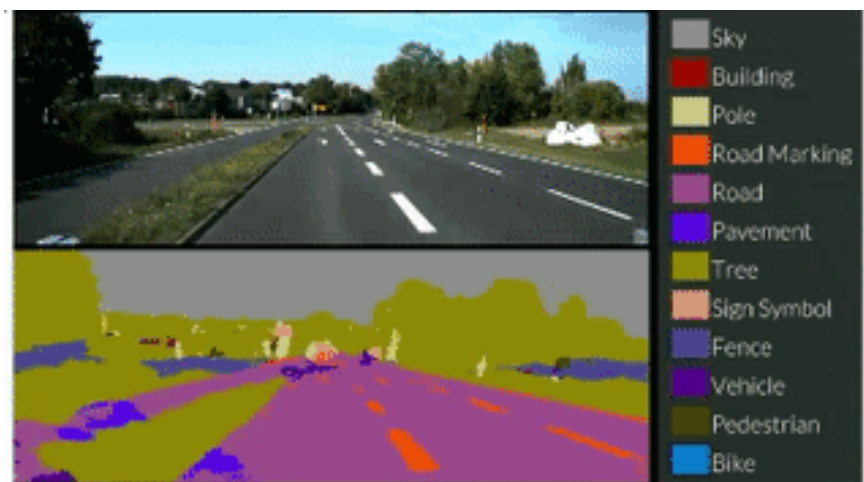
Feature visualization of convolutional net trained on ImageNet from [Zeiler & Fergus 2013]

## Revolution of Depth

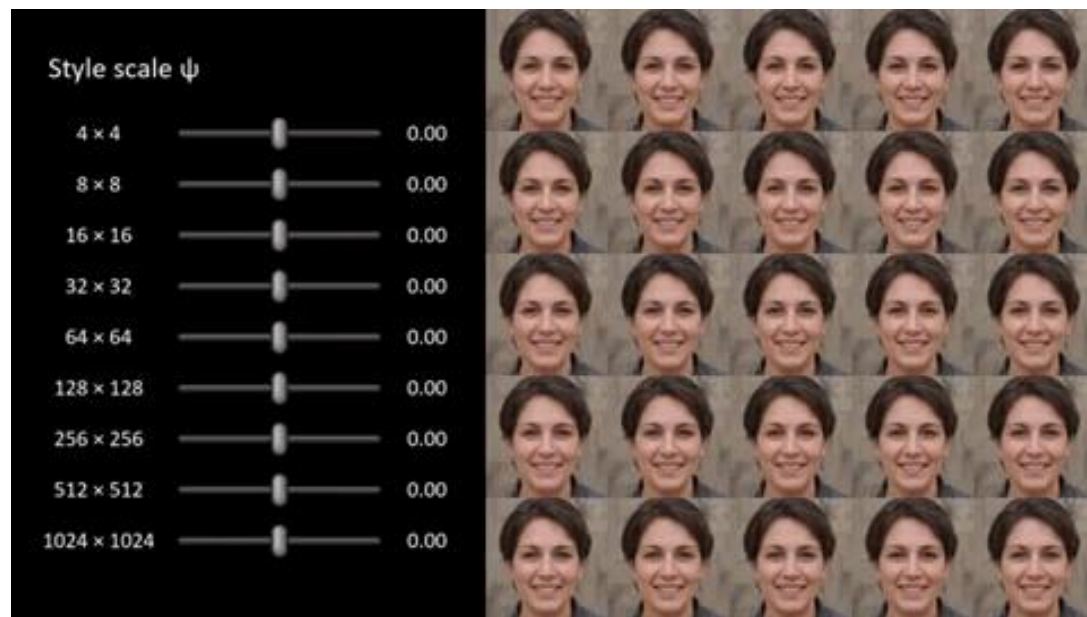




# 感知与控制应用举例——自动驾驶

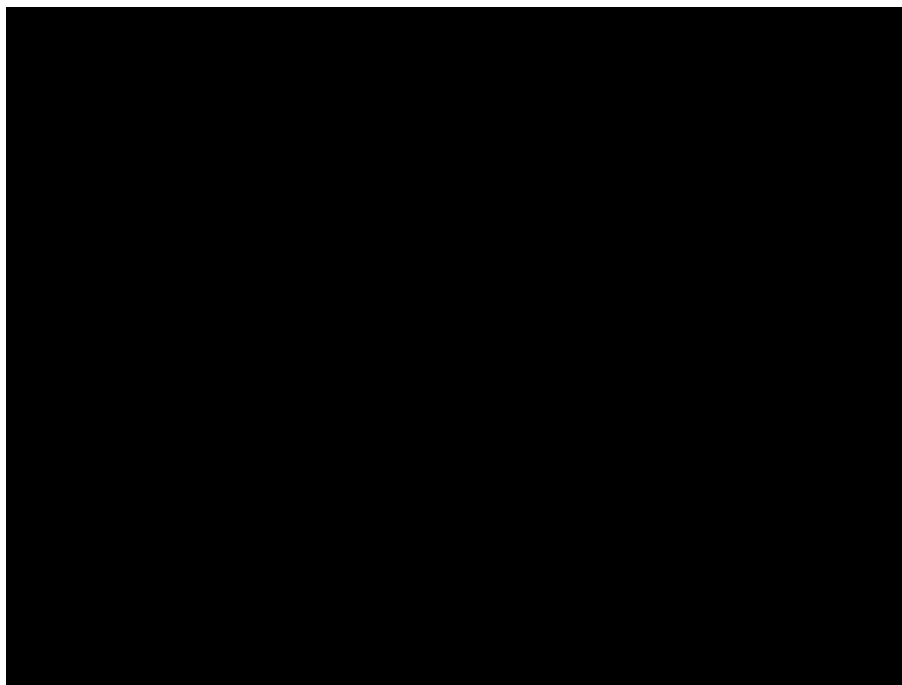


# 感知与控制应用举例——图像理解与生成



GAN 2.0 英伟达“风格迁移”面部生成器

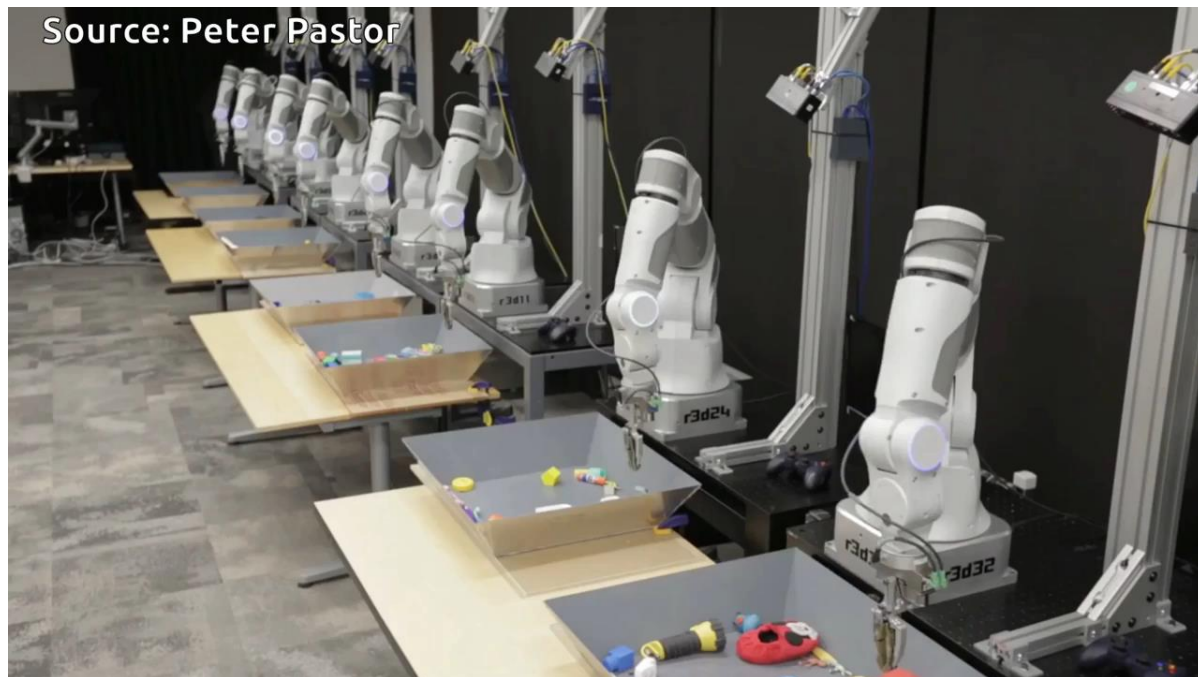
# 感知与控制应用举例——强化学习



最大化累计奖励

自主的发现最优行为，不需要关心解决问题的具体细节。

## 感知与控制应用举例——强化学习



与环境交互 试错学习

# “深度学习”——前景光明、前路漫漫



在特定问题上达到、  
甚至超越人类水平



学习过程不稳定，  
依赖经验、缺乏理论支持



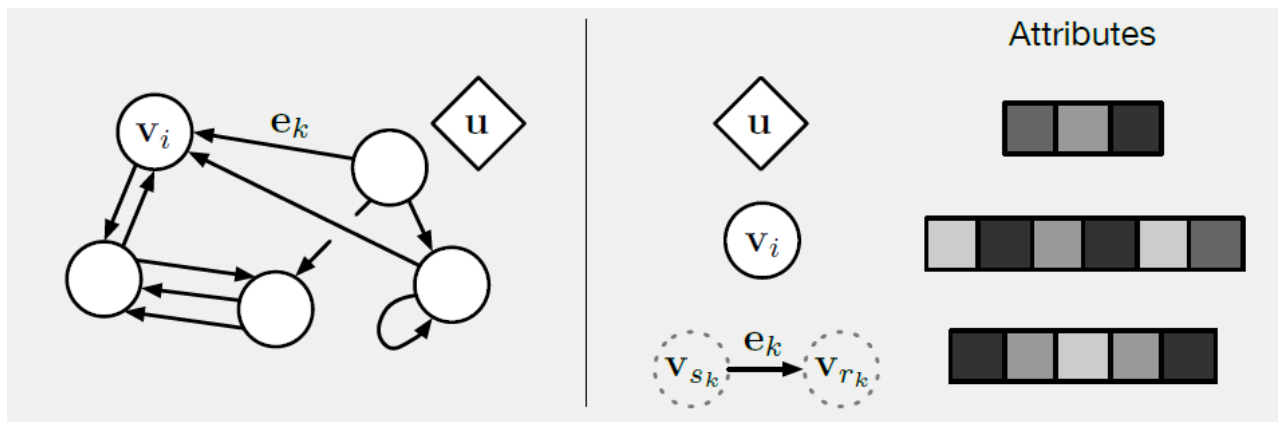
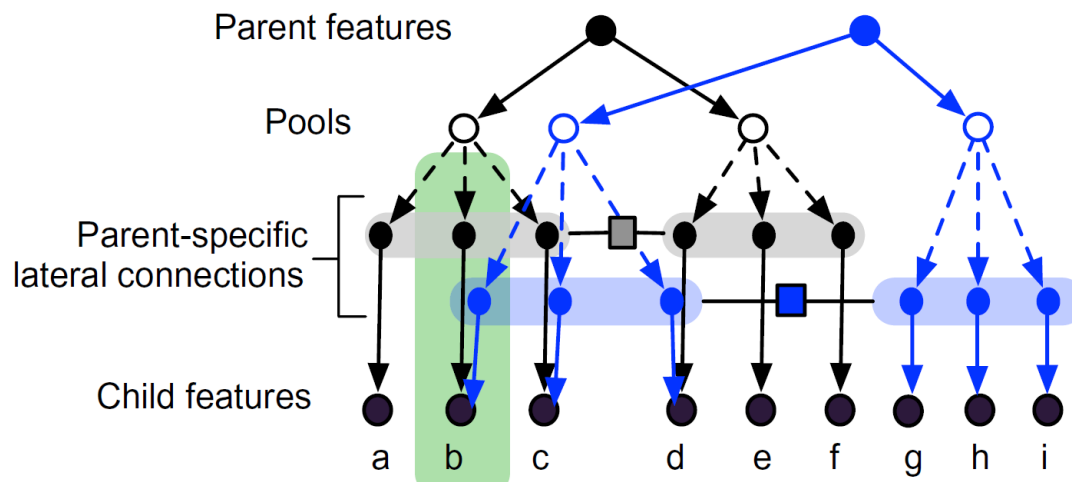
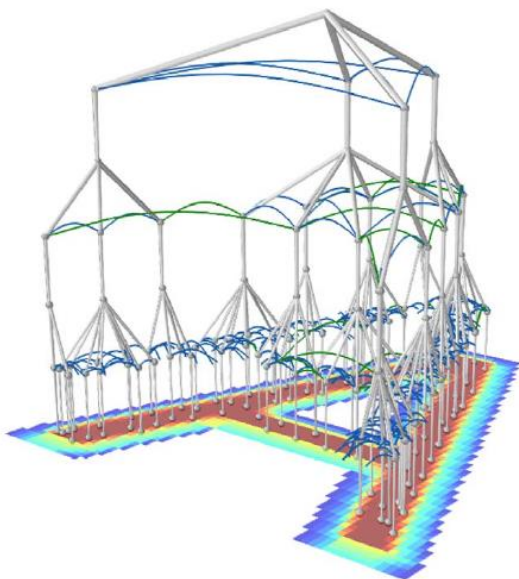
效率低、依赖大样本、大  
运算量



哈尔滨工业大学  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



# 图模型——王者归来？

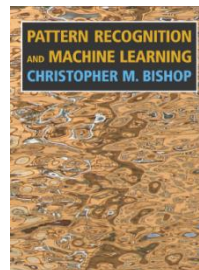


## 1.4 模式识别相关书籍

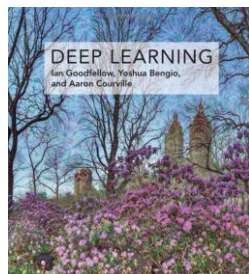
参考教材：



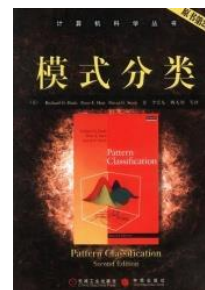
《模式识别》刘家锋等，哈尔滨工业大学出版社



Pattern Recognition and Machine Learning  
2010-02  
Christopher Bishop



Deep Learning  
Ian Goodfellow、Yoshua Bengio 和 Aaron Courville



《模式分类》  
机械工业出版社，  
Richard O. Duda



《机器学习》  
清华大学出版社  
周志华；  
哈尔滨工业大学 计算机学院  
模式识别与智能系统研究中心

# 作业：

## 实践作业（选做，10%加分）

调研计算机学院与模式识别相关的研究中心，选择一个你喜欢的课题，作为实践课题，撰写开题报告

**内容：**做什么？跟哪位老师做？怎么做？预期目标？

**要求：**1k字即可，必须自己写，如有抄袭总成绩8折。

**截止：**3月18日8:00前，电子版发到jinye@hit.edu.cn



# 作业：

## 课堂、课后练习（20%分数）

请准备两个最普通的大白本，用于课堂练习及课后作业  
作业下次上课交给老师

**第一次作业：** 查阅资料，解释以下概念：

- 1， 有监督学习、无监督学习
- 2， “奥卡姆剃刀” 与 “泛化”
- 3， 既然模式识别 “没有免费的午餐” 那还有什么好学的？