



数字媒体技术基础

Meng Yang

www.smartllv.com

SUN YAT-SEN University



**机器智能与先进计算
教育部重点实验室**



**智能视觉语言
学习研究组**



人工智能的典型方法





Course Outline

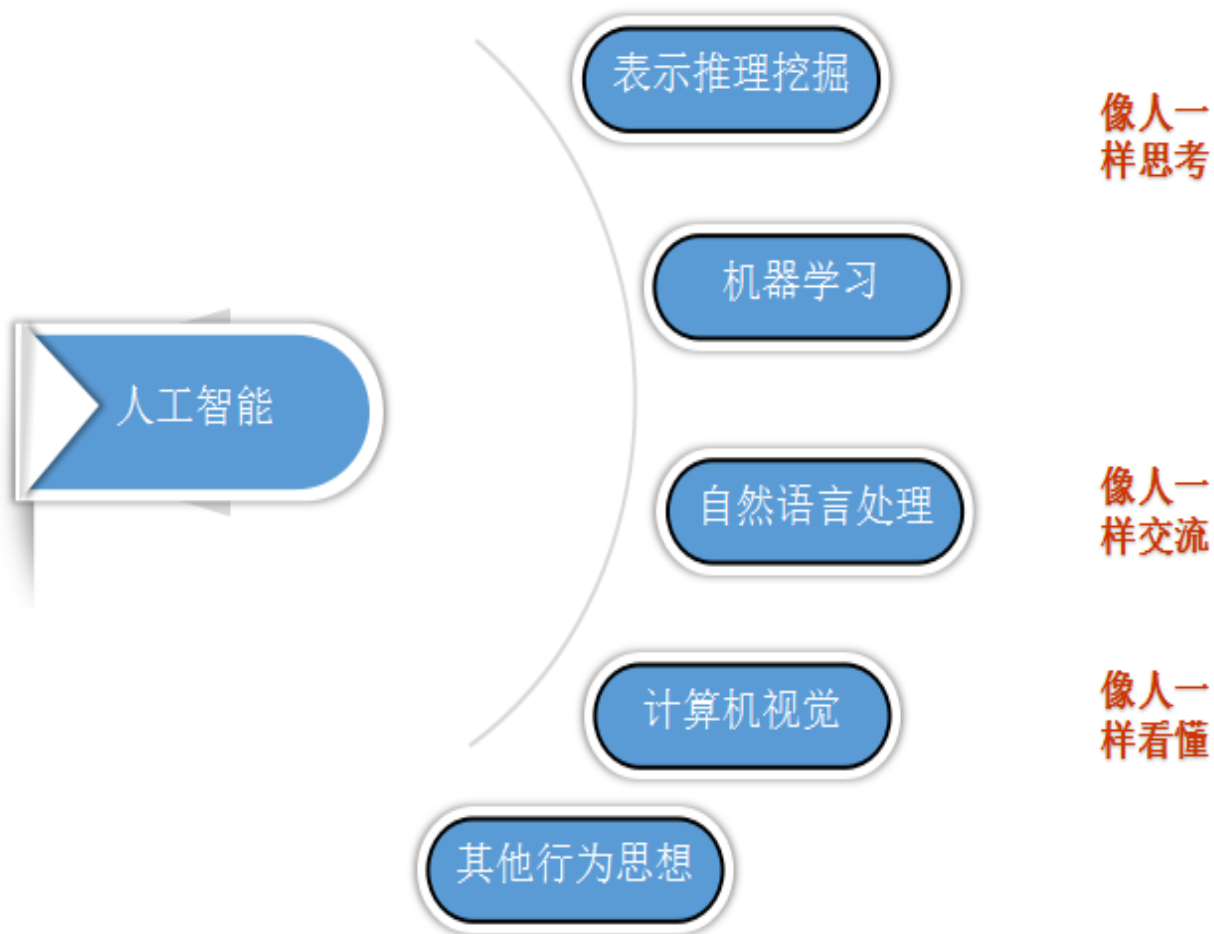
2.3 人工智能的典型方法

2.3.1 基于知识工程的方法

2.3.2 统计机器学习方法

2.3.3 人工神经网络方法

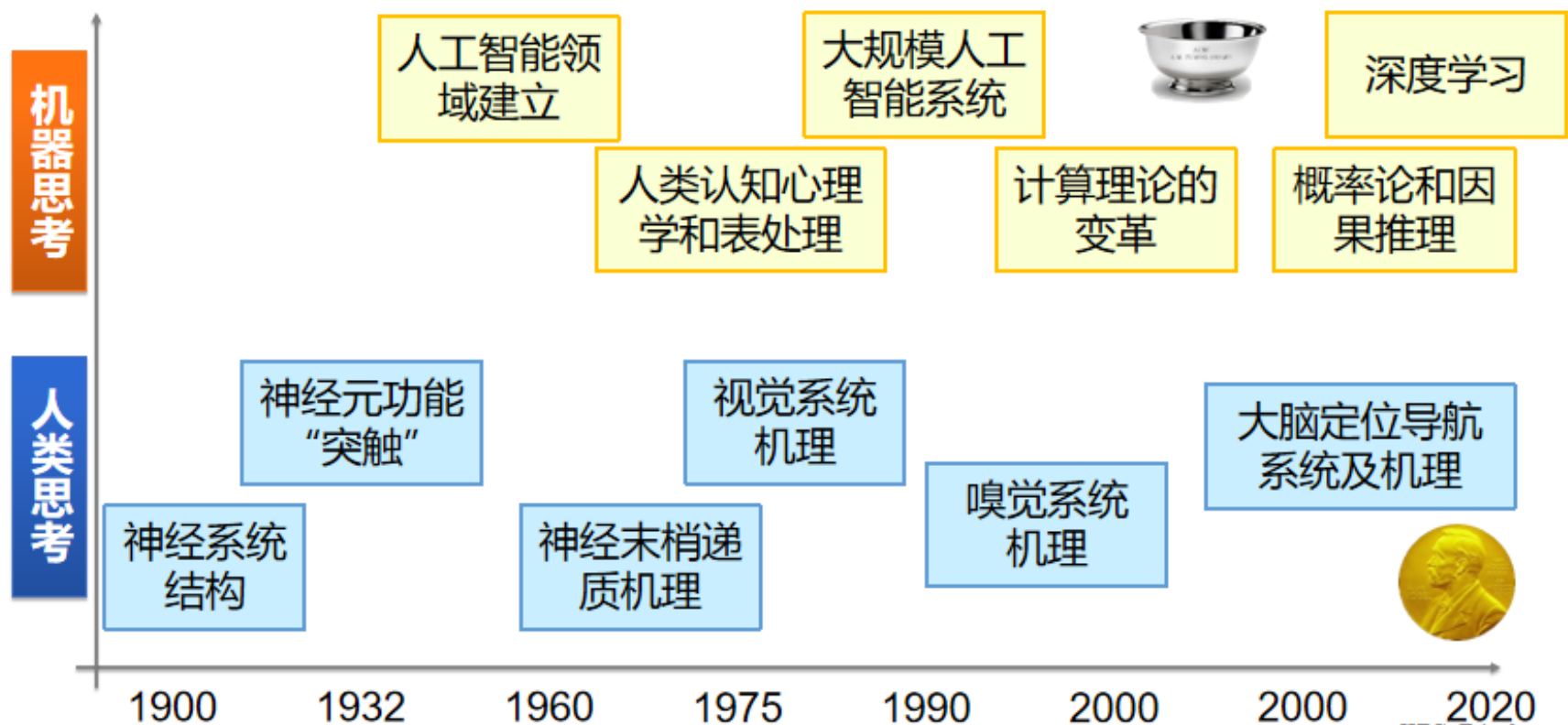
人工智能的典型方法



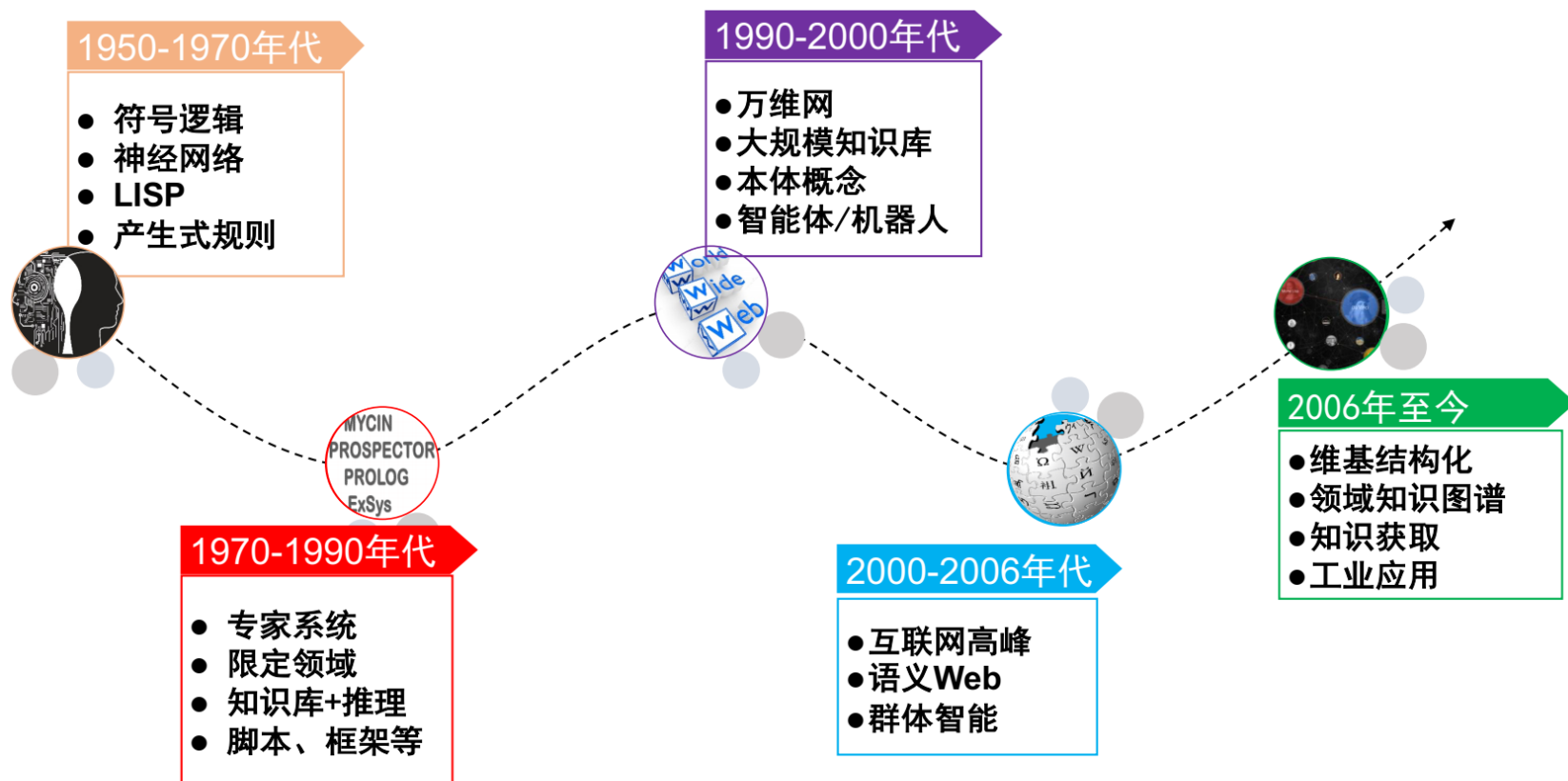
人工智能的典型方法



机器思考 vs. 人类思考



追溯历史：知识工程60年



追溯历史：知识工程60年

1950-1970年代

- 符号逻辑
- 神经网络
- LISP
- 产生式规则



1990-2000年代

1950-1970年代

符号主义：物理符号系统是智能行为的充要条件

连结主义：大脑（大脑神经元以及连接机制）是一切智能活动的基础

通用问题求解程序（GPS）：问题形式化表示+搜索

知识表示：数理逻辑、基于逻辑的知识表示、产生式规则、语义网络



Minsky (1969图灵奖)
感知机，框架知识表示



Mccarthy (1971图灵奖)
LISP语言



Newell & Simon (1975图灵奖)
通用问题求解，形式化语言

1970-1990年代

- 专家系统
- 限定领域
- 知识库+推理
- 脚本、框架等

- 群体智能

MYCIN
PROSPECTOR
EXSYS

基于知识工程的方法

追溯历史：知识工程60年

1950-1970年代

- 符号逻辑
- 神经网络
- LISP
- 产生式规则



MYCIN
PROSPECTOR
PROLOG
ExSys

1970-1990年代

- 专家系统
- 限定领域
- 知识库+推理
- 脚本、框架等

1970-1990年代 专家系统

- 确立了知识工程在人工智能中的核心地位
- 专家系统=知识库+推理
 - MYCIN, PROSPECTOR, PROLOG等
 - 日本第五代机计划
- 知识表示：框架、脚本、概念依存、面向对象
- 联结主义：神经网络复苏, BP算法



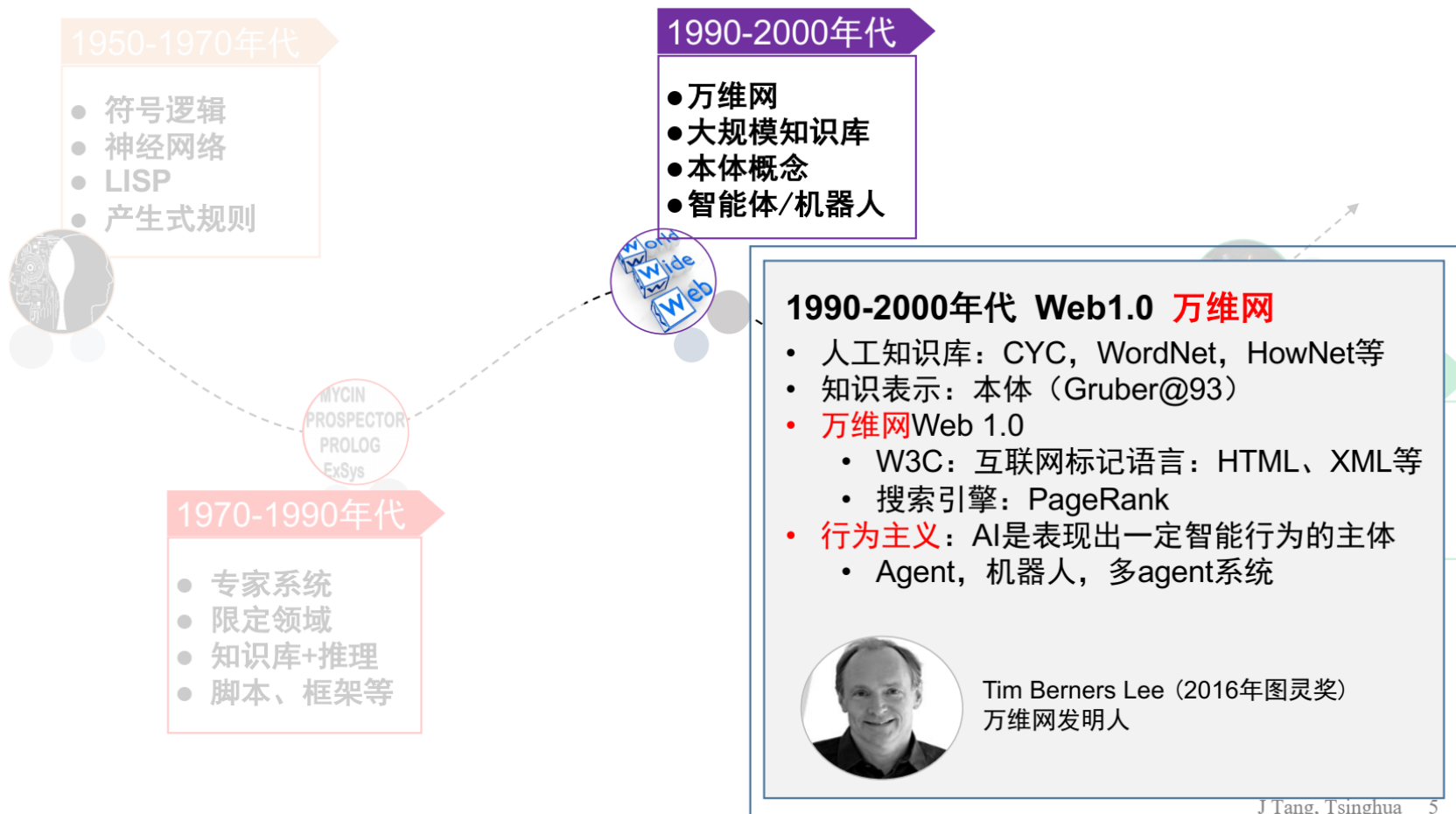
Feigenbaum (1994年图灵奖): 专家系统与知识工程

- 互联网高峰
- 语义Web
- 群体智能



基于知识工程的方法

追溯历史：知识工程60年

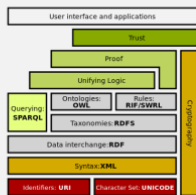


基于知识工程的方法

追溯历史：知识工程60年

2000-2006年代 Web2.0 群体智能

- 互联网知识表示方法：封闭 → 开放，集中 → 分布
- 互联网知识表示：RDF, OWL
- 群体智能知识工程：Wikipedia
- 语义Web：互联网内容的结构化表示，实现计算机理解和智能化服务
- 工业界：Google, Facebook, Yahoo, Microsoft



1970-1990年代

- 专家系统
- 限定领域
- 知识库+推理
- 脚本、框架等

2000-2006年代

- 互联网高峰
- 语义Web
- 群体智能

2006年至今

- 维基结构化
- 领域知识图谱
- 知识获取
- 工业应用

年代

知识库

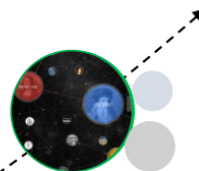
机器人

基于知识工程的方法

追溯历史：知识工程60年

2006年至今 Web 3.0 知识图谱

- 知识获取途径的丰富及维基类知识的结构化
 - Linked Data (2006), Dbpedia (2007), YAGO, Freebase, Knowitall, NELL, Probase
- 知识图谱从通用领域扩展到限定领域
- 知识图谱在工业界大规模应用
 - 语义搜索 (Google Knowledge Graph 2012)
 - 问答系统与聊天
 - 大数据语义分析
 - 智能知识服务

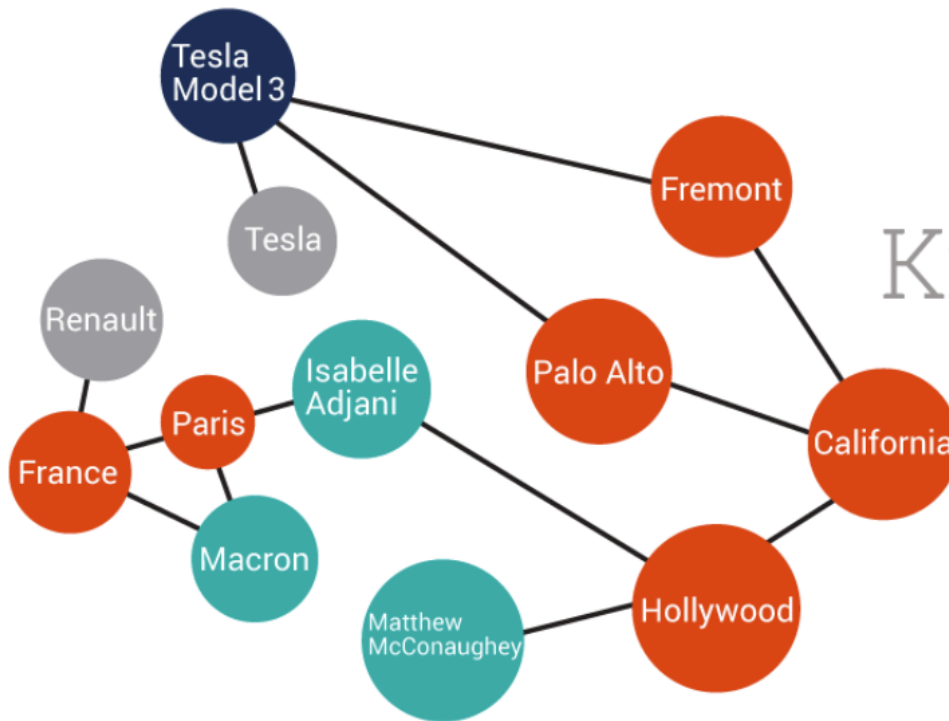


2006年至今

- 维基结构化
- 领域知识图谱
- 知识获取
- 工业应用

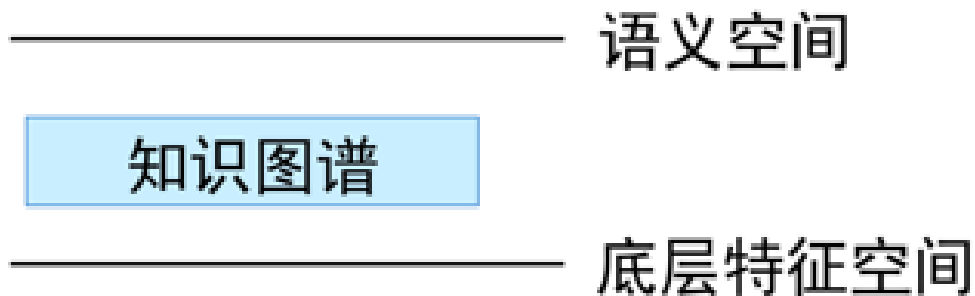
知识图谱 (Knowledge Graph)

- ❑ “Knowledge graph” was used by Google 2012
- ❑ Knowledge engineering, expert system
- ❑ CYC: the world's longest-lived AI project (1985)



Knowledge
Graph

知识驱动的AI系统



- 知识图谱以结构化的形式描述客观世界的概念、实体及其之间的关系，将互联网信息表达成更接近**人类认知世界的形式**，以更好地组织、管理和互联网海量信息。



知识图谱近几年杀手锏应用

❑ IBM Watson

- 2011年在美国Jeopardy知识比赛中战胜人类选手
- 目前向医疗、教育、金融等行业进行应用
- 核心:知识的关联、推理和服务

❑ 谷歌Knowledge Graph

- 目标:将互联网上的信息资源转化为结构化的知识图谱
- 信息服务的方式:关键词搜索→实体关系搜索

❑ DAPRA: Machine Reading

- 目标:让机器代替人自动的阅读文本、理解语义
- 核心:将数据转化为知识





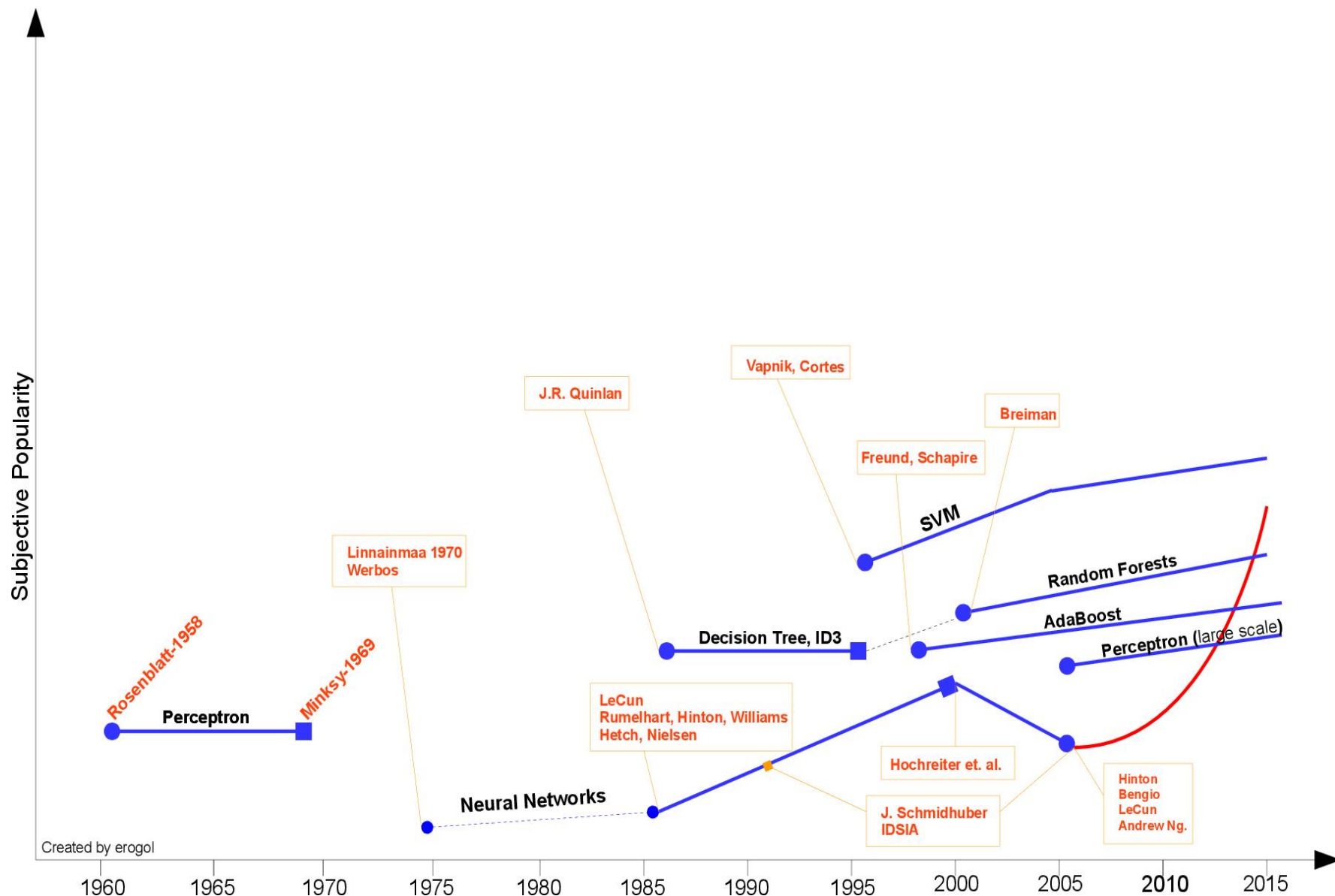
统计机器学习方法



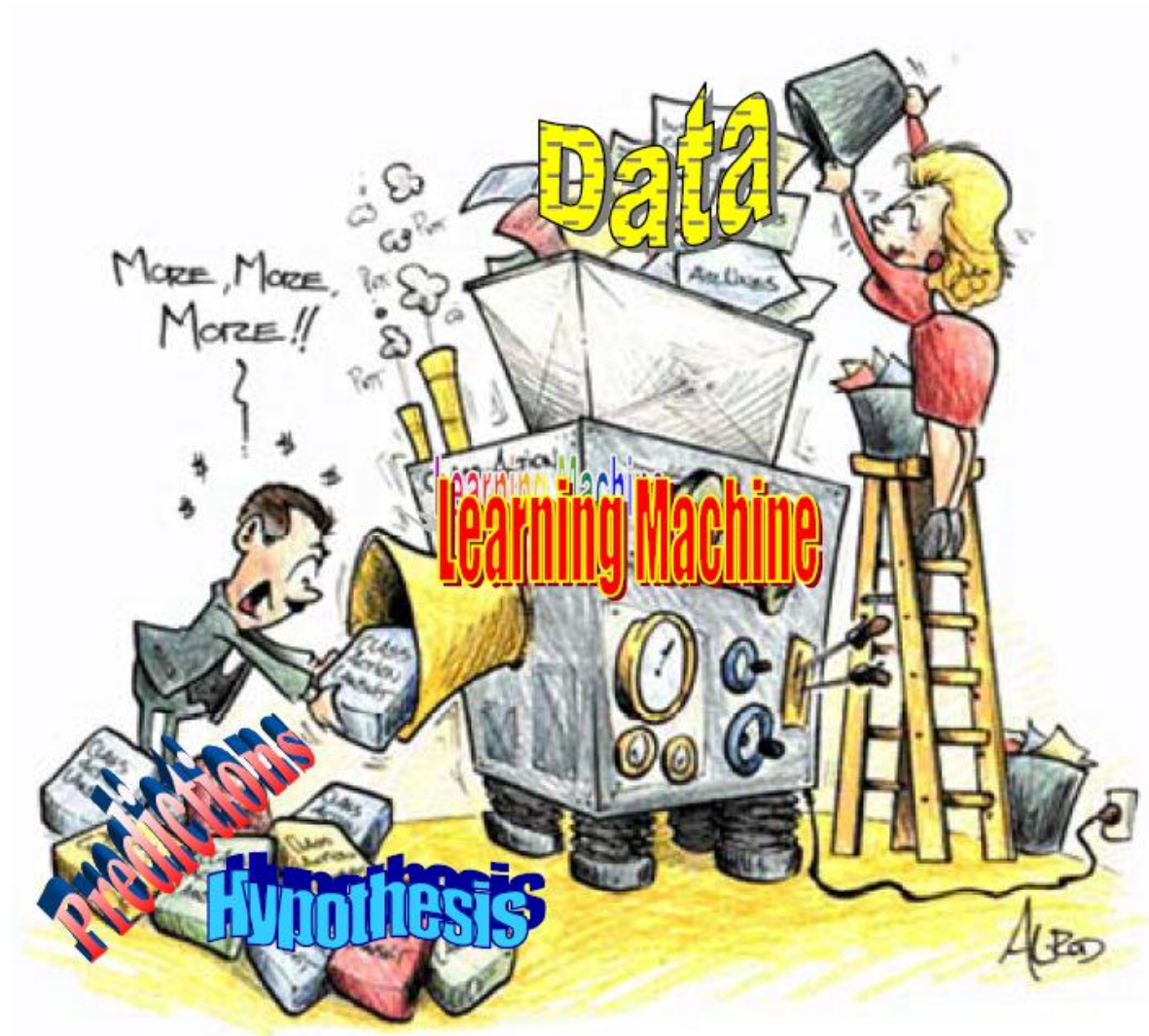
机器学习的发展历程

- ❑ “黑暗时代”，人工智能的诞生（1943年~1956年）
 - Warren McCulloch和Walter Pitts在1943年发表了人工智能领域的开篇之作，提出了人工神经网络模型。
 - John von Neumann。他在1930年加入了普林斯顿大学，在数学物理系任教，和阿兰·图灵是同事。
 - Marvin Minsky和Dean Edmonds建造第一台神经网络计算机。
 - 1956年：John McCarthy从普林斯顿大学毕业后去达特茅斯学院工作，说服了Marvin Minsky和Claude Shannon在达特茅斯学院组织一个暑期研讨会，召集了对机器智能、人工神经网络和自动理论感兴趣的研究者，参加由IBM赞助的研讨会。

机器学习的发展历程



机器学习的一个形象描述



统计学习和机器学习（专业术语）



统计学

机器学习

Estimation

Learning

Classifier

Hypothesis

Data point

Example/Instance

Regression

Supervised Learning

Classification

Supervised Learning

Covariate

Feature

Response

Label



统计学习的对象

- data : 计算机及互联网上的各种数字、文字、图像、视频、音频数据以及它们的组合。
- 数据的基本假设是同类数据具有一定的统计规律性。

统计学习的目的

- 用于对数据（特别是未知数据）进行预测和分析。

□ 统计学习的方法

○ 分类：

- ❖ Supervised learning
- ❖ Unsupervised learning
- ❖ Semi-supervised learning
- ❖ Reinforcement learning

○ 监督学习：

- ❖ 训练数据 training data
- ❖ 模型 model ----- 假设空间 hypothesis
- ❖ 评价准则 evaluation criterion ----- 策略 strategy
- ❖ 算法 algorithm

- 统计学习的研究：
 - 统计学习方法
 - 统计学习理论（统计学习方法的有效性和效率和基本理论）
 - 统计学习应用

- Instance, feature vector, feature space
- 输入实例 x 的特征向量:

$$x = (x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(i)}, \dots, x^{(n)})^T$$

- $x^{(i)}$ 与 x_i 不同, 后者表示多个输入变量中的第 i 个

$$x_i = (x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \dots, x_i^{(n)})^T$$

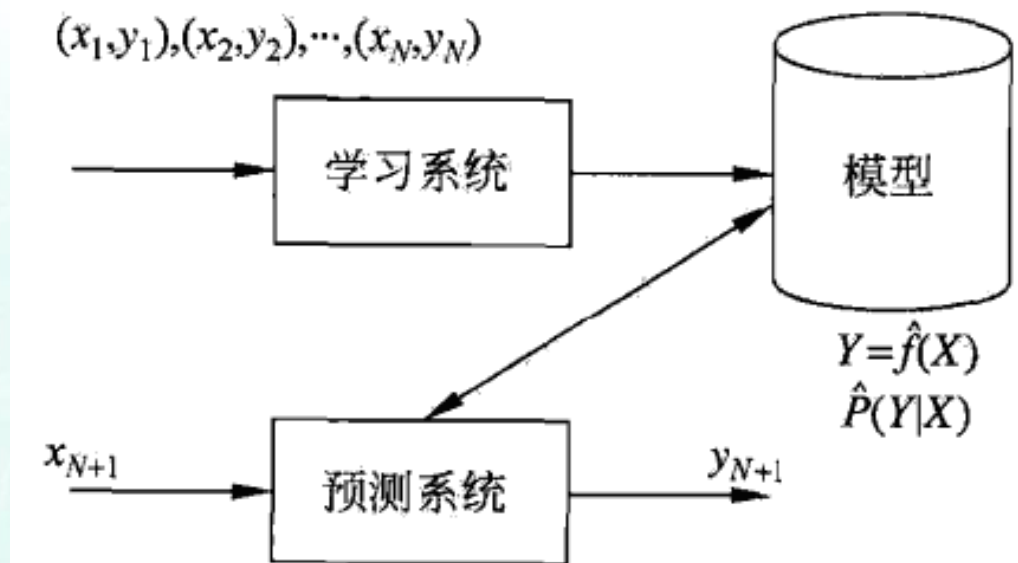
- 训练集:

$$T = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_N, y_N)\}$$

- 输入变量和输出变量:
 - 分类问题、回归问题、标注问题

- ❑ 联合概率分布
 - 假设输入与输出的随机变量 X 和 Y 遵循联合概率分布 $P(X, Y)$
 - $P(X, Y)$ 为分布函数或分布密度函数
 - 对于学习系统来说，联合概率分布是未知的，
 - 训练数据和测试数据被看作是依联合概率分布 $P(X, Y)$ 独立同分布产生的。
- ❑ 假设空间
 - 监督学习目的是学习一个由输入到输出的映射，称为模型
 - 模式的集合就是假设空间 (hypothesis space)
 - 概率模型：条件概率分布 $P(Y|X)$ ， 决策函数： $Y=f(X)$

问题的形式化

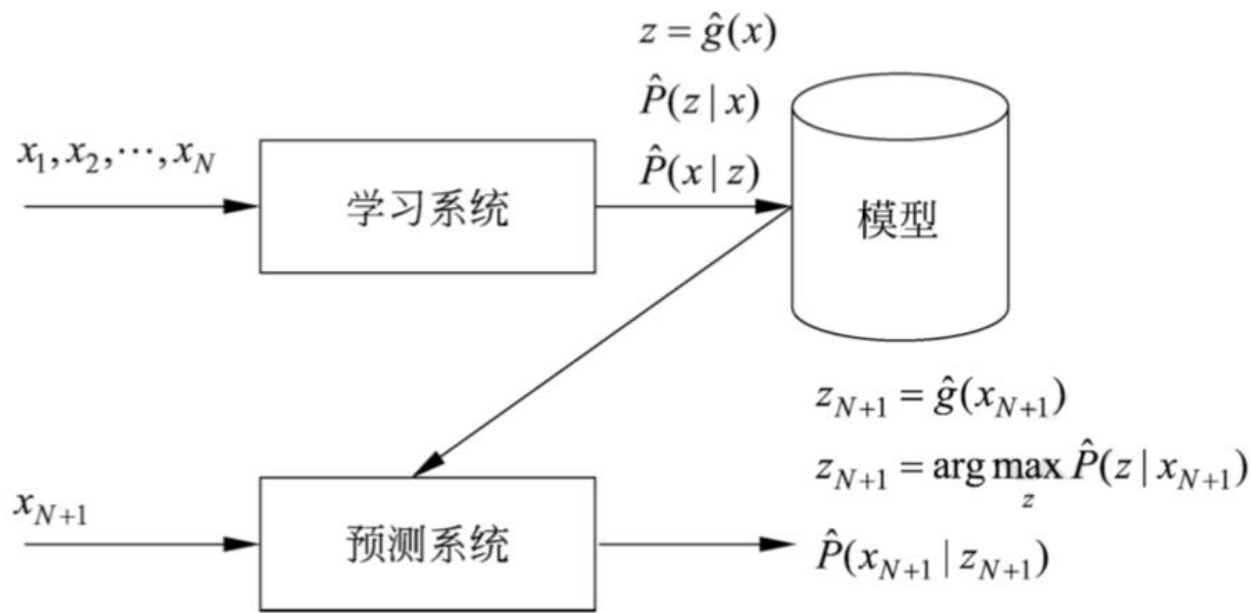


$$y_{N+1} = \arg \max_{y_{N+1}} \hat{P}(y_{N+1} | x_{N+1})$$

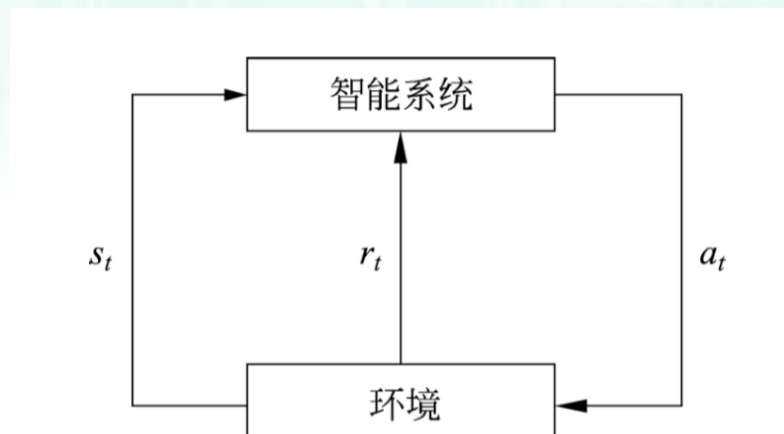
$$y_{N+1} = \hat{f}(x_{N+1})$$

无监督学习

- ❑ 训练集: $U = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$
- ❑ 模型函数: $z = g(x)$
- ❑ 条件概率分布: $P(z|x)$



- 强化学习的马尔可夫决策过程是状态、奖励、动作序列上的随机过程，由五元组(S, A, P, r, γ)组成。
 - s 是有限状态(state)的集合
 - A 是有限动作(action)的集合
 - P 是状态转移概率(transition probability)函数:
$$P(s'|s, a) = P(s_{t+1} = s' | s_t = s, a_t = a)$$
 - r 是奖励函数(reward function): $r(s, a) = E(r_{t+1} | s_t = s, a_t = a)$
 - γ 是衰减系数(discount factor): $\gamma \in [0, 1]$





半监督学习与主动学习

□ 半监督学习

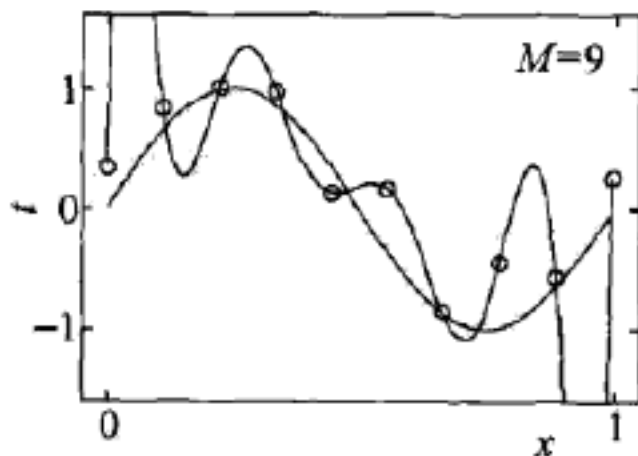
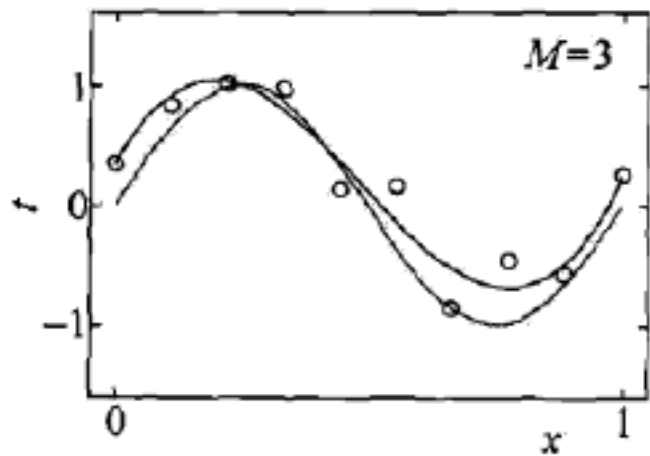
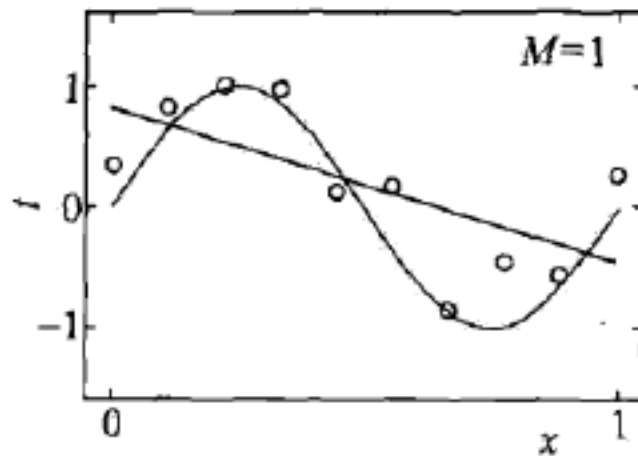
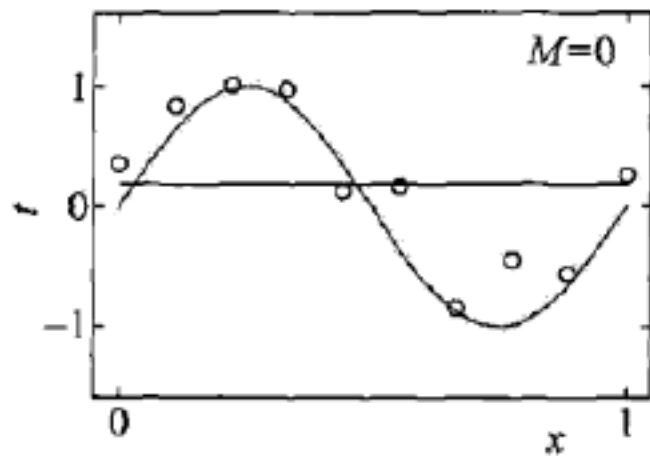
- 少量标注数据，大量未标注数据
- 利用未标注数据的信息，辅助标注数据，进行监督学习
- 较低成本

□ 主动学习

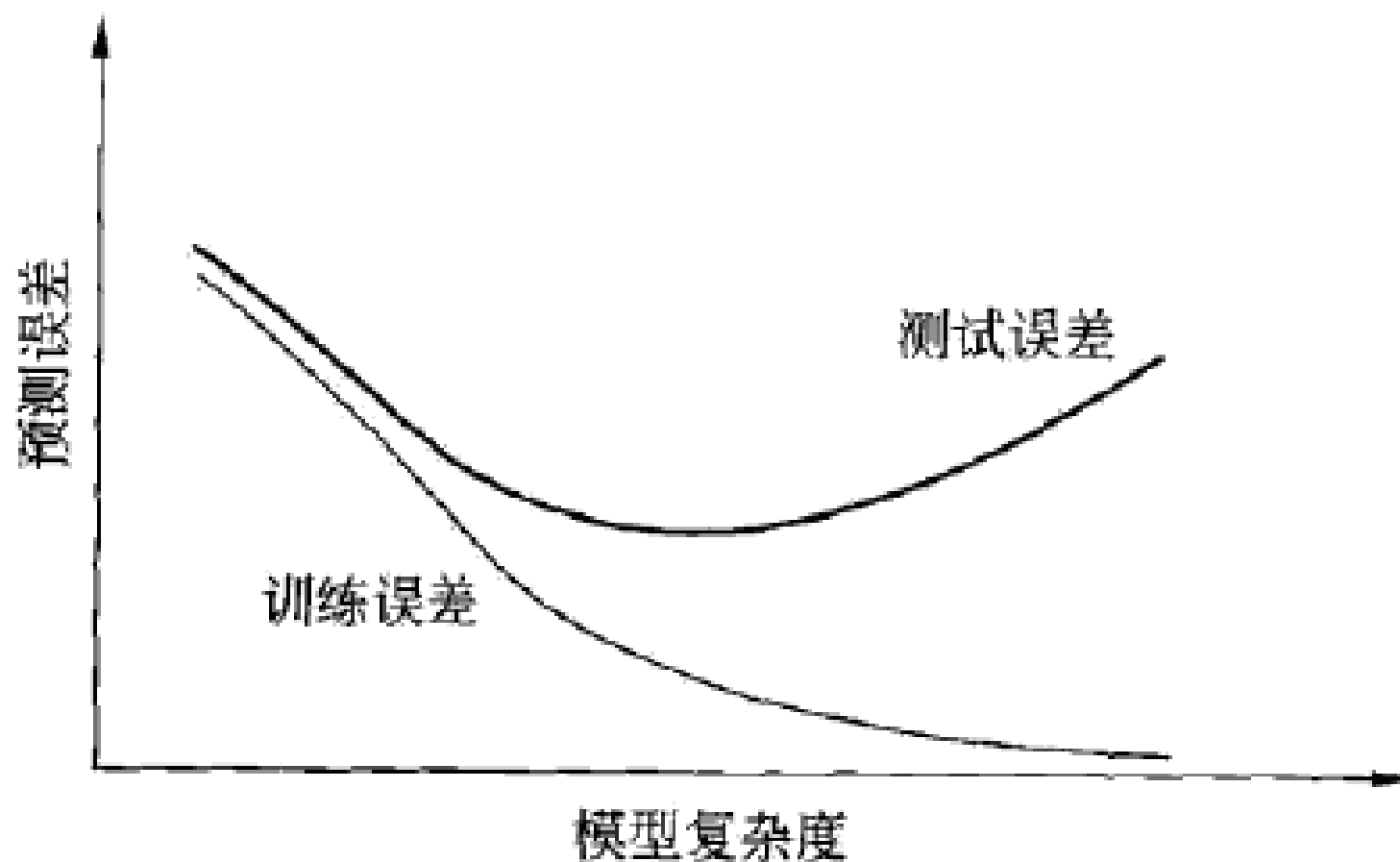
- 机器主动给出实例，教师进行标注
- 利用标注数据学习预测模型



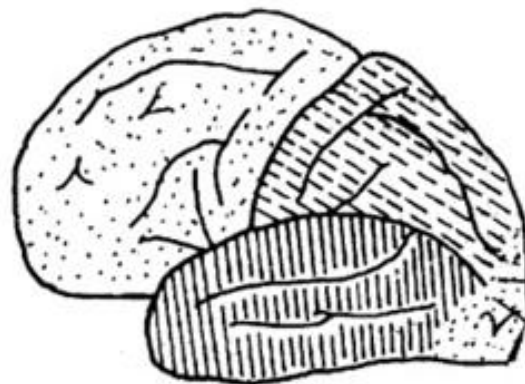
模型评估与模型选择



模型评估与模型选择



- ❑ 人脑与计算机信息处理机制的比较
 - 系统结构
 - 信号形式
 - 信息存储
 - 信息处理机制



□ 生物神经网络

- 人类的大脑大约有 1.4×10^{11} 个神经细胞，亦称为神经元。每个神经元有数以千计的通道同其它神经元广泛相互连接，形成复杂的生物神经网络。

□ 人工神经网络

- 以数学和物理方法以及信息处理的角度对人工神经网络进行抽象，并建立某种简化模型，就称为人工神经网络(Artificial Neural Network, 缩写 ANN)。

人工神经网络定义

- ❑ 神经网络是由多个非常简单的处理单元彼此按某种方式相互连接而形成的计算系统，该系统是靠其状态对外部输入信息的动态响应来处理信息的。
- ❑ 人工神经网络是一个由许多简单的并行工作的处理单元组成的系统，其功能取决于网络的结构、连接强度以及各单元的处理方式。
- ❑ 人工神经网络是一种旨在模仿人脑结构及其功能的信息处理系统。

□ 神经网络的基本特征

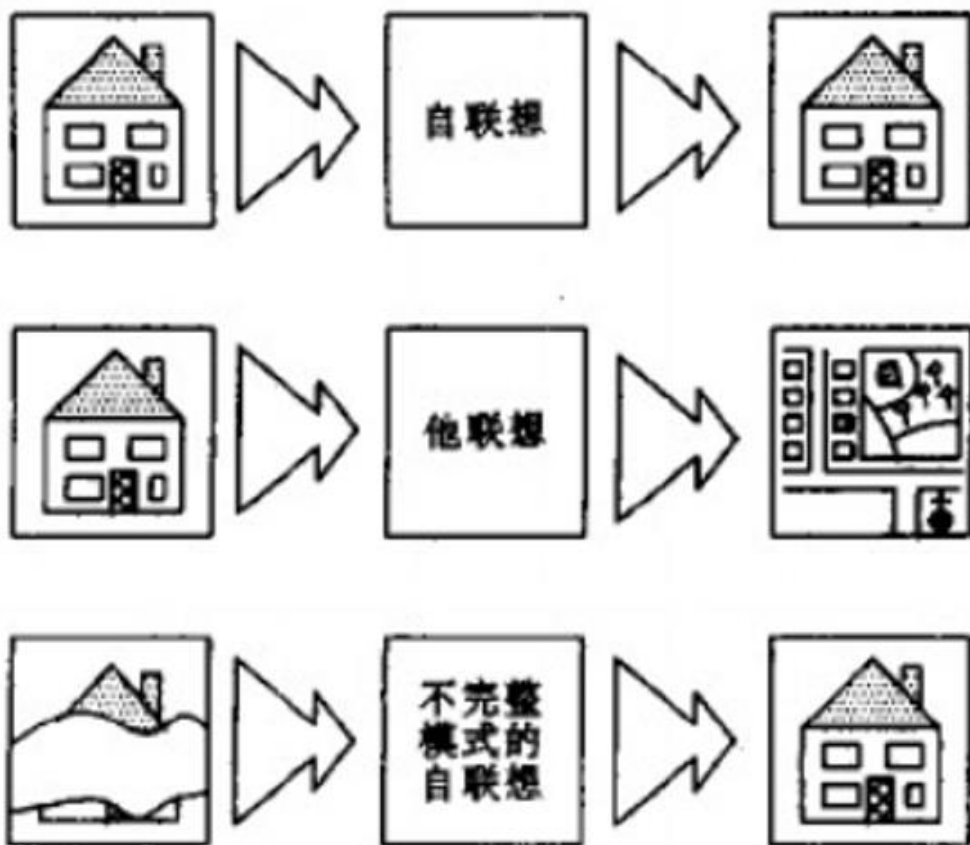
结构特征：

并行式处理
分布式存储
容错性

能力特征：

自学习
自组织
自适应性

神经网络的基本功能



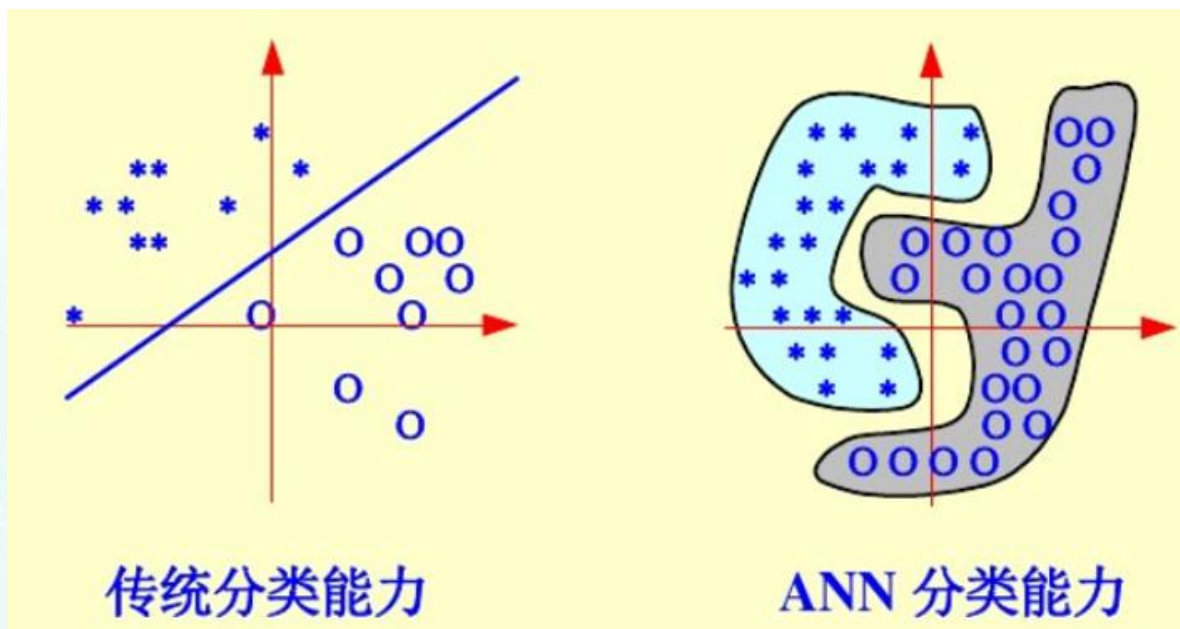
联想记忆功能

神经网络的基本功能



非线性映射功能

神经网络的基本功能



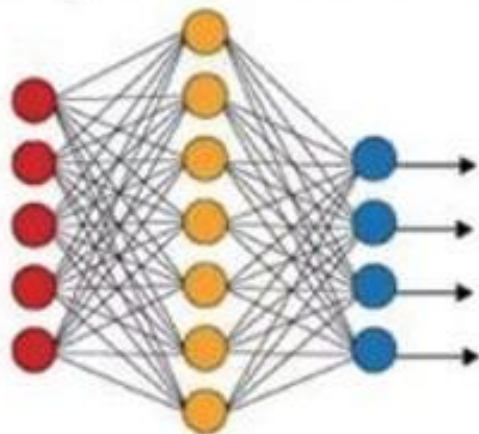
分类与识别功能



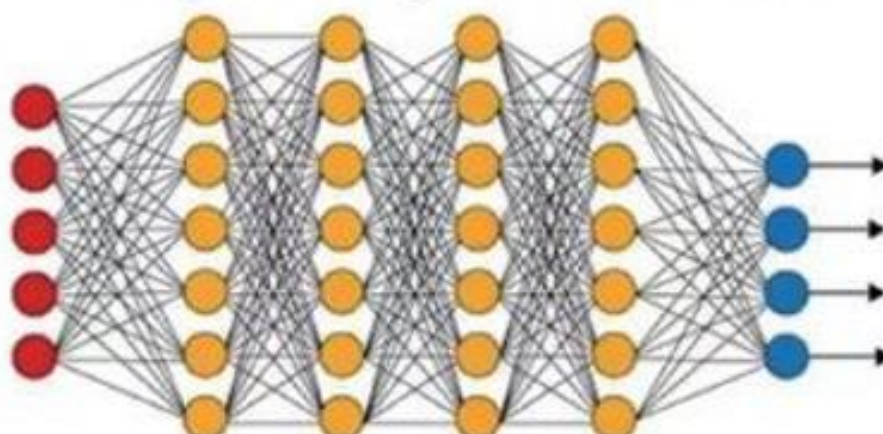
深度神经网络



Simple Neural Network



Deep Learning Neural Network



● Input Layer

● Hidden Layer

● Output Layer



- ❑ 《统计学习方法》第2版课件
- ❑ 从知识图谱到认知图谱 唐杰
- ❑ <https://wenku.baidu.com/view/d6a168a02a160b4e767f5acfa1c7aa00b42a9dbd.html>