

# 人工智能原理

张文生      研究员    首席教授

中国科学院自动化研究所  
中科院大学人工智能学院

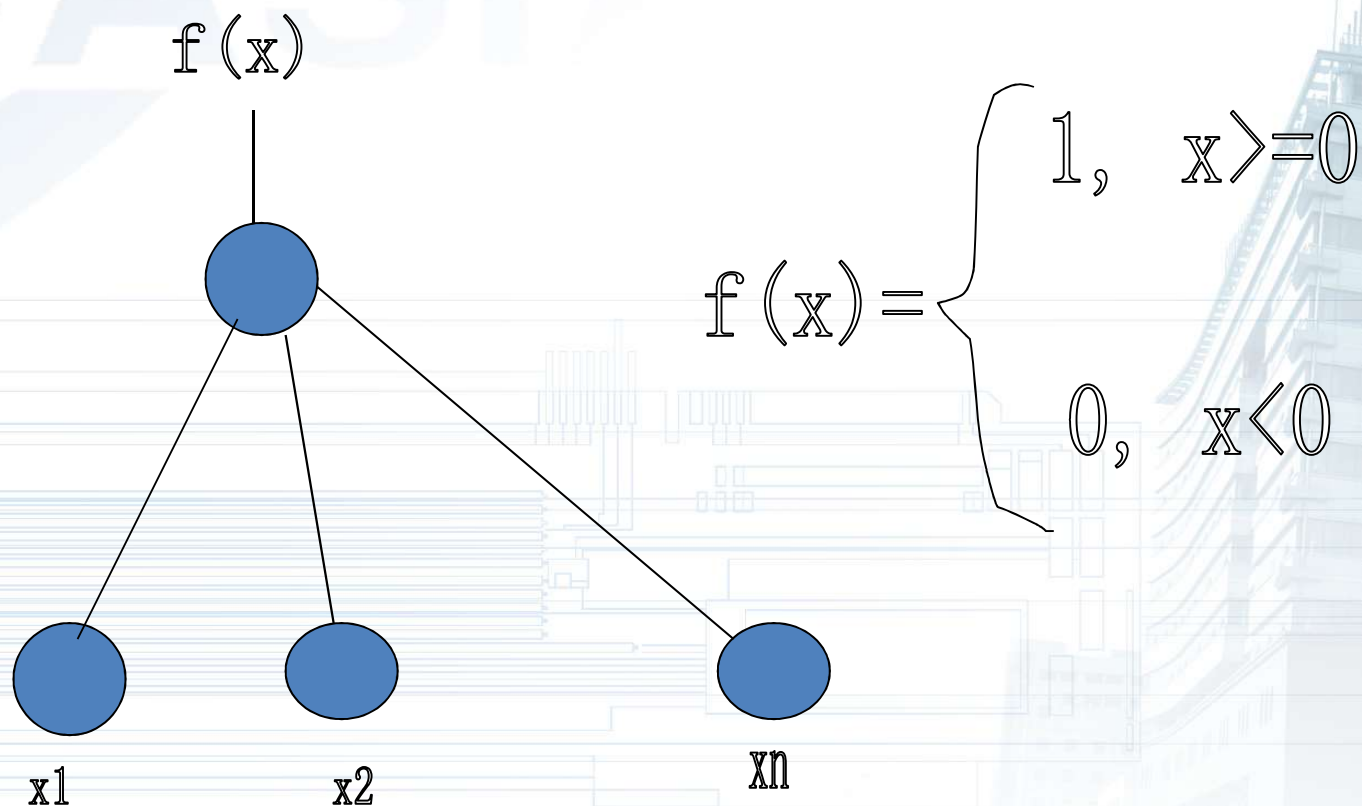
2019年9月5日

# 内容简介

- 人工智能的提出
- 留下的重要事件
- 人工智能的基础

- 十九世纪末James关于神经结构的研究，神经系统由神经元组成，神经元之间是相互连接的
- 二十世纪中叶McCulloch与Pitts对神经元工作方式的研究，神经元有兴奋与抑制两种状态

# 图解



神经网络结构

神经元工作方式

# Turing测试(1950)

- 测试者A, 被测试者B与C
- A是人, B与C一个是人, 另一个是计算机
- A提出问题, B与C分别回答
- 如果B与C的回答, 使得A无法区分是人的回答还是计算机的回答, 则计算机具有了智能
- Turing测试第一次给出了检验计算机是否具有智能的哲学说法
- Turing是人工智能之父

# Searle的批评(汉语实验室)

- 一个不懂汉语的人A，一个充分详细的汉语问答手册
- 不计查手册的时间代价
- 给A一个使用汉语提出的问题，A通过汉语符号的比对使用手册，给出回答
- Searle问，如果A通过查手册做出的回答与懂汉语的人一样，A懂汉语吗？



# “人工智能”提出

- 一般的说，人工智能这个术语来源于1956年（夏季）一次关于“复杂信息处理”的Workshop(达德茅斯大学)
- 在这次会议上，J.MaCarthy建议将这类研究称为人工智能

# 人工智能的任务

- 根据人类信息加工原理，设计计算系统，  
以使计算机完成更复杂的任务
- 使用计算系统研究人类的思维活动规律



# 内容简介

- 人工智能的提出
- 留下的重要事件
- 人工智能的基础

# 重要事件

- 启发式搜索
- 感知机
- 规则表示
- 适应性
- 知识发现
- 机器学习

# 重要事件---启发式搜索

- 1960年，Simon发表了重要的关于启发式搜索的报告
- 据此，Newell, Simon and Shaw发表了通用问题求解器---GPS(General Problem Solver)

# 启发式搜索

- 分析中学生解几何习题的口述报告，Simon认为人类信息加工过程，是在经验知识启示下，对解空间的搜索过程
- 经验知识多少，决定了问题求解的有效性，**启发式搜索**

# 重要事件---感知机

- Rosenblatt根据神经网络的工作方式提出了感知机理论。以此解决机器学习问题
- 这是一个线性学习理论

# Minsky的批评

- 1969年，Minsky出版Perceptron一书
- 他批评感知机无法解决非线性问题，例如，XOR问题
  - 复杂性信息处理应该以解决非线性问题为主
- 几何方法应该代替分析方法作为主要数学手段



# 重要事件---人工神经网络

- 直到1986年，Rumelhart发现了BP算法，才导致感知机之类的研究重新兴起
- 1988年，Minsky重版他的Perceptron，并指出，BP算法没有解决他在二十年前提出的问题
- 不幸被他言中了

# SVM原理

- 基于泛函分析原理，将样本从欧氏空间映射到Hilbert空间
- 在Hilbert空间定义划分，以使在欧式空间为非线性划分问题变换为在Hilbert空间为线性划分问题
- 从而回归到Rosenblatt的感知机

# 基于符号的规则的表达

- Widrow的Madline模型
- Samual的规则表示

# Widrow的MADLINE

- 为了解决XOR问题，Widrow提出使用非光滑超平面代替连续光滑超平面对样本的划分
- 其划分对学习来说可能是平凡的
- 信息长度可能未减少

## 重要事件---规则表示

- 尽管Widrow的研究没有获得成功，但是，却导致基于规则的知识表示的发展
- Samuel最先提出使用这种知识表示方法，并使用其设计了下棋程序
- 影响了二十年人工智能的发展

# 重要事件---A\*算法

- 1971年, Nillson提出A\*搜索算法
- 这是对启发式搜索理论的研究结果
- 这个算法第一次给出了启发式函数对搜索的定量描述
- 没有给出获得启发式知识的途径



# 重要事件---Resolution原理

中国科学院  
自动化研究所  
INSTITUTE OF AUTOMATION  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

- 基于符号的表示使得基于逻辑的推理成为可能
- 1965年，Robinson根据30年代Herbrand证明的一个定理，提出了一种相对简单的定理证明的方法，称为Resolution

# 重要事件---KRL

- KRL----Knowledge Representation Language
- 这个研究建立了语义网络、Frame等重要的知识表示的形式化方法
- 目前这已成为面向对象程序设计的主要理论基础之一

# 重要事件---Classifier系统

- 1975年, Holland提出了classfier系统
- 遗传算法
- 适应性(桶队算法)
- 进化计算

# Society of mind

- 1986年, Minsky提出society of mind, 其要点是Agent
- 智能行为来源于agents群体之间的合作与竞争
- Agents之间的相互作用是一种是相互的适应

# 重要事件---临场AI

- 1986年，Brooks提出了临场AI的考虑
- 关键是：智能行为来源于对变化的真实环境的适应
- 机器昆虫

# 重要事件---知识发现

- 1979年，CMU发展了Bacon系统。试图从数据重新发现天文学知识
- 1981年，Stanford发展了AM系统，试图发现新的数学定理
- 这些研究成为近年来Data mining的原始思想



# 重要事件---ID3

- 1986年，Quinlan提出了ID3机器学习算法
- 基于特殊等价关系对给定数据集划分
- 重要的是，这个模型使用了一种树结构，称为决策树
- 优点：存在快速算法
- 缺点：有大量冗余

# 重要事件---Rough Set理论

- 1981年，波兰数学家Pawlak提出了Rough set理论
- 用数学工具规范了一类机器学习
- Reduct, Core, 正区域等概念，已成为数据描述的有力工具
- 已找到计算这些概念的对样本数量为线性的算法

# 重要事件---集成机器学习

- 在机器学习中，直接建立一个高性能的分类器是很困难的
- 如果能找到一系列性能较差的分类器，并把它们集成起来的话，也许就能得到更好的分类器
- 集成学习，就是一种把输入送入多个学习器，再通过某种办法把学习的结果集成起来，每一个学习器也就被称为“弱学习器”
- **为什么ensemble会有效？** Dietterich, T. G. (2000)在ensemble learning in machine learning中从统计、计算、表示三个方面解释

# 重要事件---概率图模型

基于平均的研究已经过去20余年，2009年，Koller出版巨著(近1200页)，概率图模型。

↓

结构(全局) + 平均(局部)

↓

将平均放在局部，避免了维数灾问题，同时保证了泛化和模型的可解释性，关键是结构，将局部的平均构造起来。

将问题考虑为求解Bayes问题



# 重要事件---Deep learning

- 深度学习的概念由Hinton等人于2006年提出。基于深信度网(DBN)提出非监督贪心逐层训练算法，为解决深层结构相关的优化难题带来希望，随后提出多层自动编码器深层结构
- Lecun等人提出的卷积神经网络是第一个真正多层结构学习算法，它利用空间相对关系减少参数数目以提高训练性能
- 深度学习的概念源于人工神经网络的研究，含多隐层的多层感知器就是一种深度学习结构。深度学习通过组合低层特征形成更加抽象的高层表示属性类别或特征，以发现数据的分布式特征表示

# 内容简介

- 人工智能的提出
- 留下的重要事件
- 人工智能的基础

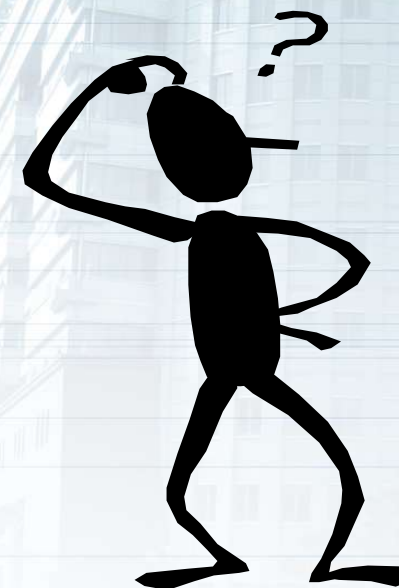


# 人工智能基础

- 表示
- 推理
- 搜索

## 对人工智能发展历程的反思

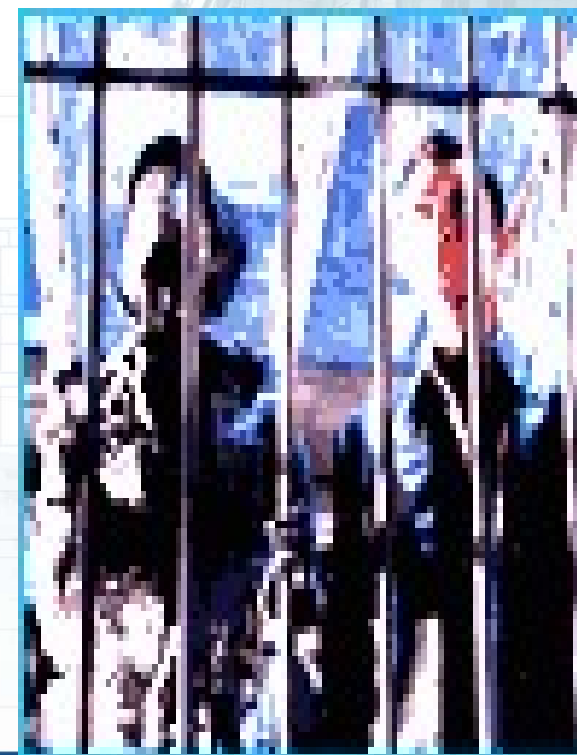
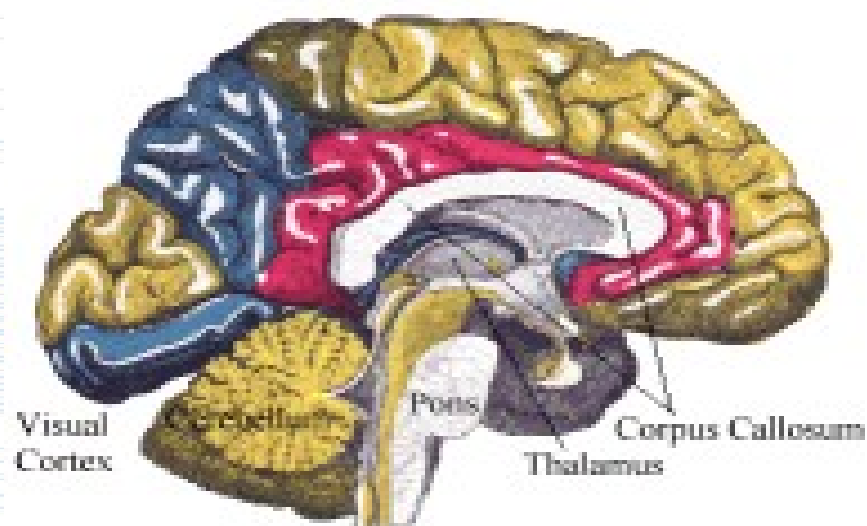
- 1965年发明的消解法(归结原理)曾给人们带来了希望
- 人们很快就发现了消解法的能力也有限, 证明“连续函数之和仍连续”是微积分中的简单事实, 可是用消解法(归结法)来证明时, 推了十万步(归结出几十万个子句)尚无结果



## • 人脑的复杂

- 60年代中期至70年代初期AI受到了各种责难，人的脑  
子有 $10^{10}$ （百亿）以上的神经元，生理学家认为，每个  
神经元可能不只是一个信息存储转送单位，而是一台  
完整的自动机，当时的计算技术要把 $10^{10}$ （百亿）台机  
器组成一个联合运行的网络是不可能的。

- 从神经生理学角度研究AI的人发现他们遇到了几乎是不可逾越的困难：以电子线路模拟神经元及人脑都并没有成功。

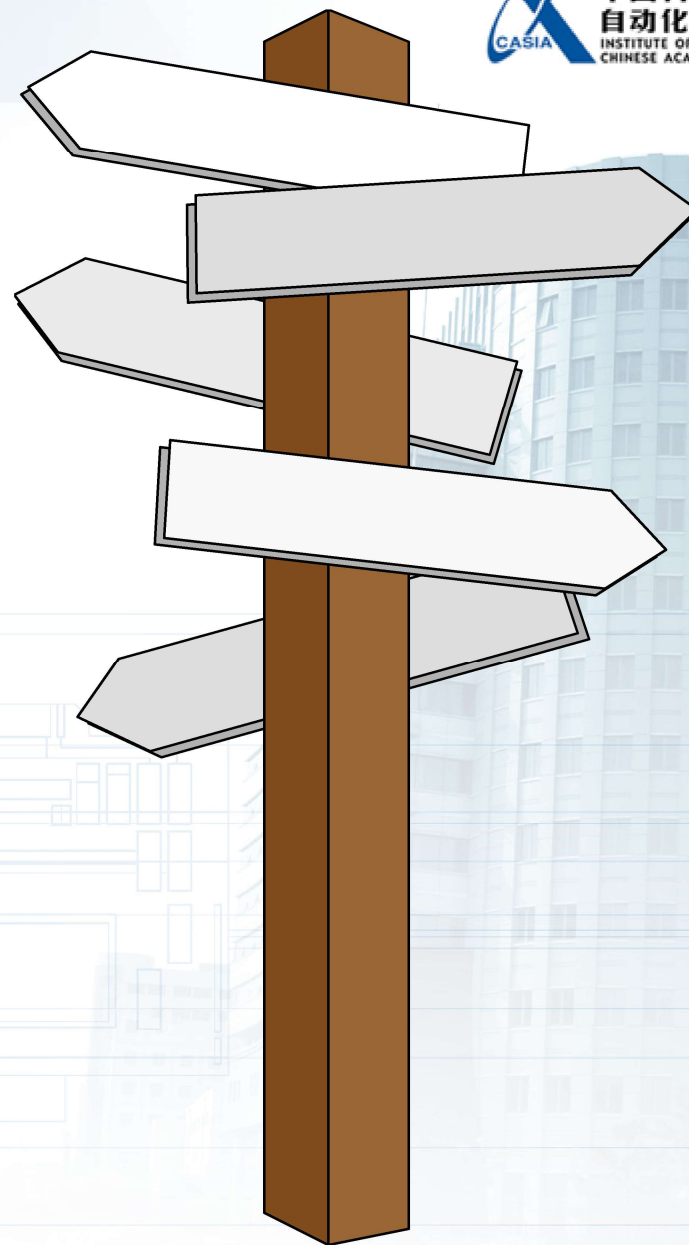


- 问题求解中的组合爆炸问题，例如国际象棋走第一步有 $10^{120}$ 种可能，用原有的计算机速度要 $10^{90}$ 年，而宇宙的年龄是 $10^{10}$ 年，所以有人讲，计算机下棋走第一步要走到“世界的末日”
- 由此可见：不能光靠把所有可能性存入计算机，而要研究人的思维方法



# 敢问路在何方?

- 充分估计困难
- 有抓到本质





# 顶天立地

- “顶天”是指研究和解决AI的一系列关键问题，例如常识性知识表示、非单调推理、不确定推理、机器学习、分布式人工智能、智能机器体系结构等基础性研究，以期取得突破性进展
- “立地”是人工智能技术逐渐与数据库、多媒体等主流技术相结合，并融合在主流技术之中，使计算机更聪明、更有效、与人更接近；计算机发展趋势为小型化、并行化、网络化、智能化；……

# 课程安排

## 1. 综述

- 自动定理证明

- 2. 命题逻辑与一阶谓词逻辑
- 3. Herbrand定理与归结原理

- 搜索

- 4. 产生式系统与搜索(一)
- 5. 产生式系统的搜索(二)
- 6. 知识表示

- 7. 知识发现与数据挖掘
- 8. 专家系统

- 机器学习

- 9. 符号机器学习
- 10. 统计机器学习
- 11. 概率图模型
- 12. 深度学习
- 13. 图神经网络

- 大数据时代的人工智能

- 14. 大数据智能
- 15. 人工智能开发环境与应用
- 16. 人工智能展望

- 考试

- 15. 开卷3小时

感谢同学们听课  
欢迎讨论与交流