

人工智能导论

主讲：姜军

人工智能与自动化学院

逸夫科技楼北楼1004房, junjiang@hust.edu.cn

课程简介

- 面向计算机、自动化、人工智能等专业本科生的导论课程，介绍人工智能的基本概念和基本原理、前沿内容，为今后相关领域和课程的学习奠定基础。
- 参考教材：
 1. 人工智能导论（第5版），王万良编著，高等教育出版社；
 2. 人工智能（第2版），史蒂芬·卢奇、丹尼·科佩克著，林赐译，人民邮电出版社。

考核方式

- 闭卷考试
- 平时成绩30%，期末考试70%
- 课程群：

第一章 人工智能 - 概述

基本概念、发展简史、基本内容、主要领域

人工智能简介

- **人工智能（Artificial Intelligence）**，英文缩写为AI。它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。
- 人工智能是在计算机科学、控制论、信息论、神经心理学、哲学、语言学等多学科研究基础上发展起来的交叉学科，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。
- 人工智能这一术语自1956年被正式提出以来，获得了迅速的发展，取得了惊人的成就，被誉为：
 - 二十世纪三大尖端技术（空间技术、能源技术、人工智能）之一，
 - 二十一世纪三大尖端技术（基因工程、纳米科学、人工智能）之一，
 - 继三次工业革命后的又一次革命。

本章主要内容

- 1.1 人工智能的基本概念
- 1.2 人工智能的发展简史
- 1.3 人工智能的主要学派
- 1.4 人工智能的主要研究领域与典型应用

智能的概念

- **【人工】【智能】**：智能是什么？
- 自然界四大奥秘：物质的本质、宇宙的起源、生命的本质、**智能的发生**。
- 智能还没有确切的定义，主要流派有：
 - (1) **思维理论**：智能的核心是**思维**，智能都来自于大脑的思维活动，人类的一切知识都是人类思维的产物；
 - 一类是总结人类思维经验、揭示思维对象的普遍规律和思维本身普遍规律的各种思维科学，包括哲学世界观、哲学史、认识论和逻辑学，是理论的思维科学。
 - 另一类思维科学包括研究思维主体——人脑的生理结构和功能，揭示思维过程生理机制的神经生理学和神经解剖学等。这种观点将认识论归在思维科学的基础科学范围内。

智能的概念

- **【人工】【智能】**：智能是什么？
- 自然界四大奥秘：物质的本质、宇宙的起源、生命的本质、**智能的发生**。
- 智能还没有确切的定义，主要流派有：
 - （2）**知识阈值理论**：智能取决于知识的数量及一般化程度，一个系统之所以有智能是因为它具有可运用的知识。**智能就是在巨大搜索空间中迅速找到一个满意解的能力；**
 - （3）**进化理论**：智能是复杂系统浮现的性质，由系统总的行为以及行为与环境的联系所决定。基于提出者MIT的RA Brook对人造机器动物的研究，其核心是**用控制取代知识的表示**。

智能的概念

看看下面这个问题：

给定如下数列：1，3，6，10，15，请问下一个数字是？

- Sternberg的定义：智能是个人从经验中学习、理性思考、记忆重要信息，以及应付日常生活需求的认知能力。

- **智能=知识+智力**

- 知识是一切智能行为的基础
- 智力是获取知识并应用知识求解问题的能力



Robert J. Sternberg

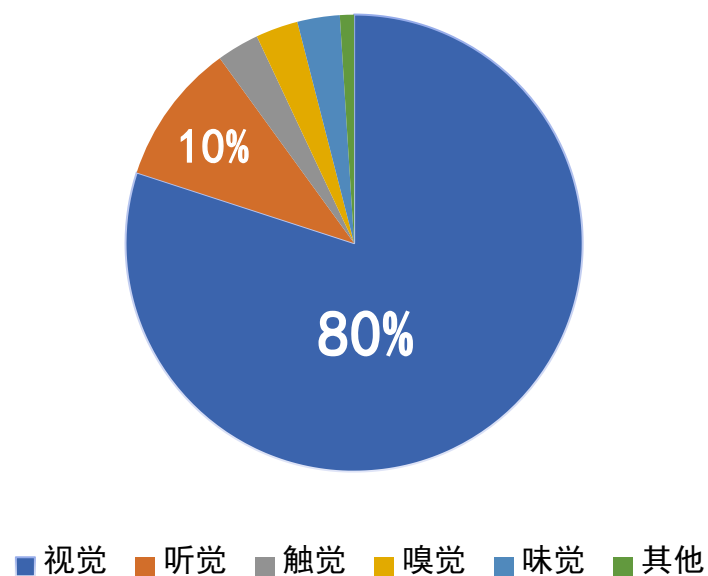
美国心理学家、认知心理学家、编辑

智能的特征

1. 具有感知能力

- 视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉.....

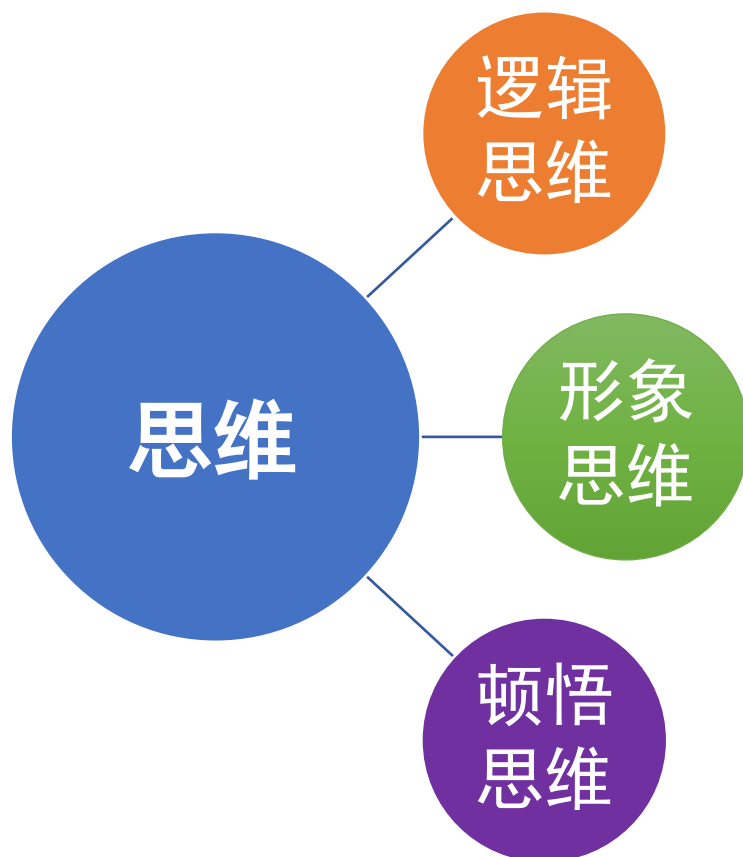
获取外界信息占比



2. 具有记忆与思维能力

- 记忆：存储感知器官感知到的信息 + 思维产生的知识
- 思维：对记忆的信息进行处理（分析、计算、比较、判断、推理、联想、决策等），是获取知识和应用知识的根本途径

智能的特征



- 抽象思维、理性思维
 - 依靠逻辑、串行过程
 - 可形式化，可用符号串表达
 - 严密、可行，可预测
-
- 直感思维、感性思维
 - 依据直觉、并行协同
 - 难以形式化
 - 在信息变形或缺少情况下仍可用
-
- 灵感思维、
 - 不定期、突发性
 - 非线性、独创性、模糊性
 - 穿插于逻辑和形象思维中
 - 带来突破、创新和升华的效果

智能的特征

3. 具有学习能力

- 积累知识、适应环境变化
- 自觉有意识的/不自觉无意识的
- 有指导的/自己实践的

4. 具有行为能力（表达能力）

- 感知能力是信息的输入
- 行为能力就是信息的输出

人工智能

- **人工智能**：用人工的方法在机器（计算机）上实现的智能
- 研究如何构造智能机器或智能系统，使它能模拟、延伸、扩展人类智能
- 如何判断机器是否有智能？
- 1950年图灵发表的《计算机与智能》中提出了著名的“**图灵测试**”



询问者：

对面是人还是机器？



人工智能

- 图灵测试：机器通过测试，就具有智能。
- ChatGPT能否通过图灵测试？
 - 问题1：奖杯不能放在棕色行李箱里，因为它太大了。什么太大了？
ChatGPT答：如果您的问题是指为什么奖杯不能放在棕色行李箱里，那么答案可能是因为奖杯的尺寸太大，导致它无法放进行李箱里。不过，这只是猜测，因为我无法确定您所说的奖杯和行李箱的具体情况。
 - 问题2：奖杯不能放在棕色行李箱里，因为它太小了。什么太小了？
ChatGPT答：如果您的问题是指为什么奖杯不能放在棕色行李箱里，那么答案可能是因为奖杯的尺寸太小，导致它无法放进行李箱里。不过，这只是猜测，因为我无法确定您所说的奖杯和行李箱的具体情况。

人工智能

- ChatGPT能否通过图灵测试？

- 问题3：当爱丽丝坐在农作物喷粉机上经过苏珊时，她看到了跑道。谁能看到跑道？

ChatGPT答：如果您的问题是指为什么爱丽丝看到了跑道，那么答案是因为爱丽丝在农作物喷粉机上经过苏珊时可以看到跑道。但是，这只是猜测，因为我无法确定您所说的情况的具体细节。

- 问题4：当爱丽丝坐在农作物喷粉机上经过苏珊时，她看到了起落架。谁能看到起落架？

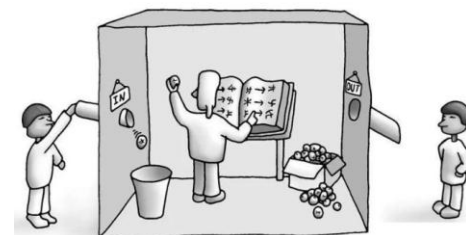
ChatGPT答：如果您的问题是指为什么爱丽丝看到了起落架，那么答案是因为爱丽丝在农作物喷粉机上经过苏珊时可以看到起落架。但是，这只是猜测，因为我无法确定您所说的情况的具体细节。

人工智能

- 图灵测试的争议和批评：中文屋实验

房间里的人不能理解中文，仅仅是在处理符号，这和计算机运行程序很类似。譬如这人只会英语，但有一本书，上面有一长串的中文陈述，如果给他一系列汉字，他就能用书中响应的陈述来回应。

认为图灵测试仅反映了结果，没有涉及思维过程，即使机器通过了测试，也**不能认为机器就有智能**。



- 判别智能的其他难点：AI既要足够聪明，同时还要像一个人：

(1) 不能太快：提问者问“ 1234567×987654321 的结果是多少？”

(2) 有情感：你叫什么？我叫张三。你姓什么？我姓张。你姓哪个张？弓长张。是哪个张？张飞的张。你姓啥？你玩我呢？！

.....

人工智能

定义智能，难！

判断机器是否具有智能，难！

使机器达到人类智能水平，难！

本章主要内容

- 1.1 人工智能的基本概念
- 1.2 人工智能的发展简史
- 1.3 人工智能的主要学派
- 1.4 人工智能的主要研究领域与典型应用

孕育阶段-逻辑推理

- 公元前384-322，亚里士多德《工具论》：三段论

三段论：两个性质作为前提，一个判断作为结论的间接推理

- ① 所有鸟都有羽毛
- ② 燕子是鸟
- ③ 所以燕子是有羽毛的

整体到个体

所以燕子有羽毛

结论

- 16世纪，培根：归纳法

归纳法：特殊到一般的总结

演绎法：公理->演绎逻辑推演

逻辑三角

事实

事实

论据

论据



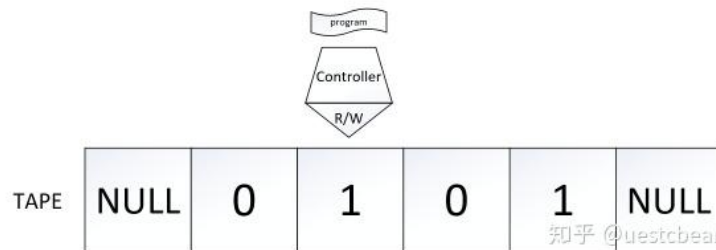
燕子是鸟 昨天太阳东升 今天太阳东升 所有鸟都和今天一样

孕育阶段-重要思想

- 17世纪，莱布尼茨：提出万能符号和推理计算的思想，认为可以建立一种通用的符号语言以进行推理的演算。为数理逻辑的产生和发展奠定基础，是现代机器思维设计思想的萌芽。
- 1854，布尔《思维法则》，提出布尔代数，首次用符号语言描述了思维活动的基本推理法则。
真/假，与/或/非，能够自动推理
- 1936，图灵：理想计算机的数学模型——图灵机

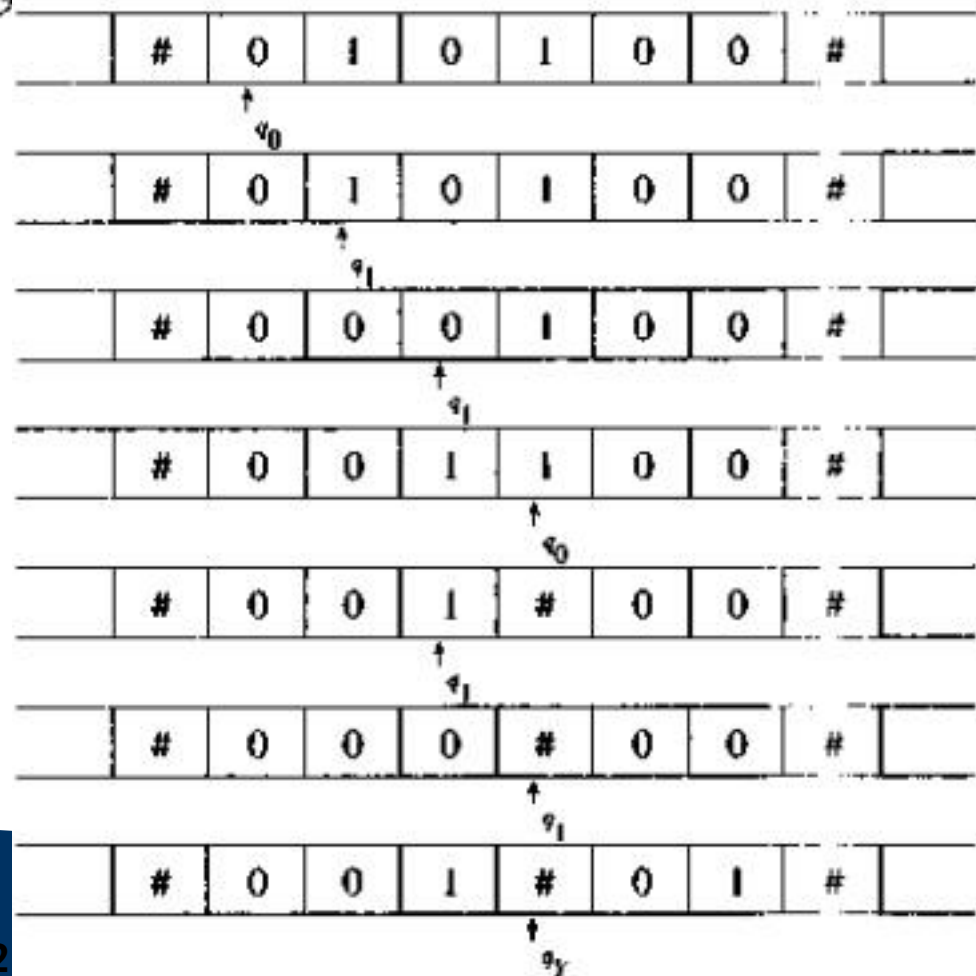
一个图灵机模拟程序：

<http://morphett.info/turing/turing.html>



f :	当前状态	读进字符	下一状态	写上字符	读写头位移
	q_0	0	q_1	0	r
	q_0	1	q_1	#	l
	q_0	#	q_Y	#	h
	q_1	0	q_0	1	r
	q_1	1	q_1	0	r
	q_1	#	q_r	#	h

则当输入 $w = 010100$ 时, 运行过程如图 8-2 所示

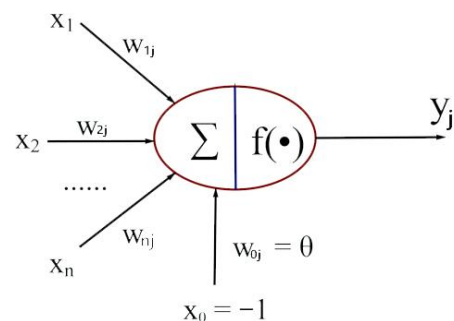
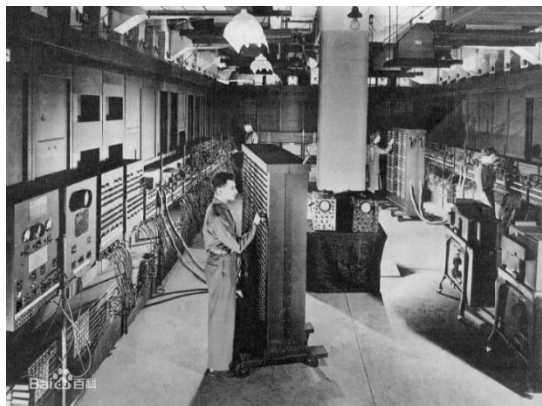
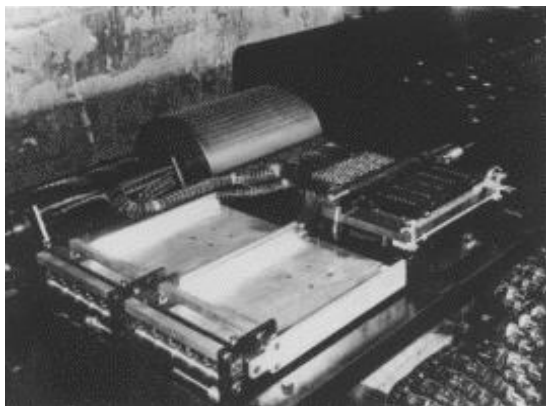
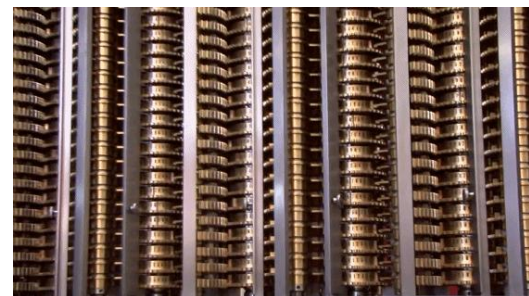


$$Q = \{q_0, q_1, q_Y, q_N\}$$

$$A = \{0, 1, \#\}$$

孕育阶段-先驱成果

- 19世纪，巴贝奇：差分机
- 1937-1941，阿塔纳索夫/贝瑞：ABC机
- 1946，莫克利/埃柯特：ENIAC



- 1943，麦克洛奇/匹兹：第一个神经网络模型（M-P模型）

形成阶段 1956-1969

- 1956.8, 达特茅斯会议
 - 约翰·麦卡锡（John McCarthy, 人工智能之父）、马文·明斯基（Marvin Minsky, 人工智能与认知学专家）、克劳德·香农（Claude Shannon, 信息论的创始人）等10人
 - 讨论机器智能, 提出“**人工智能**”术语
 - 为时两个月
 - 人工智能元年
- 美国形成了多个人工智能研究组织
 - Carnegie, MIT, IBM等都有

形成阶段 1956-1969

- 在各个方面都陆续取得成果：
 - 机器学习：1957, Rosenblatt, 感知机
 - 定理证明：1958, 王浩, 证明《数学原理》全部定理
 - 模式识别：1959, Selfridge, 第一个模式识别程序
 - 问题求解：1960, Newell, 通用问题求解程序
 - 人工智能语言：1960, McCarthy, 人工智能语言LISP
 - 专家系统：1965, Feigenbaum, DENDRAL专家系统, 第一个实用的人工智能系统
- 1969, 成立 IJCAI (International Joint Conferences on Artificial Intelligence)

发展阶段 1970-

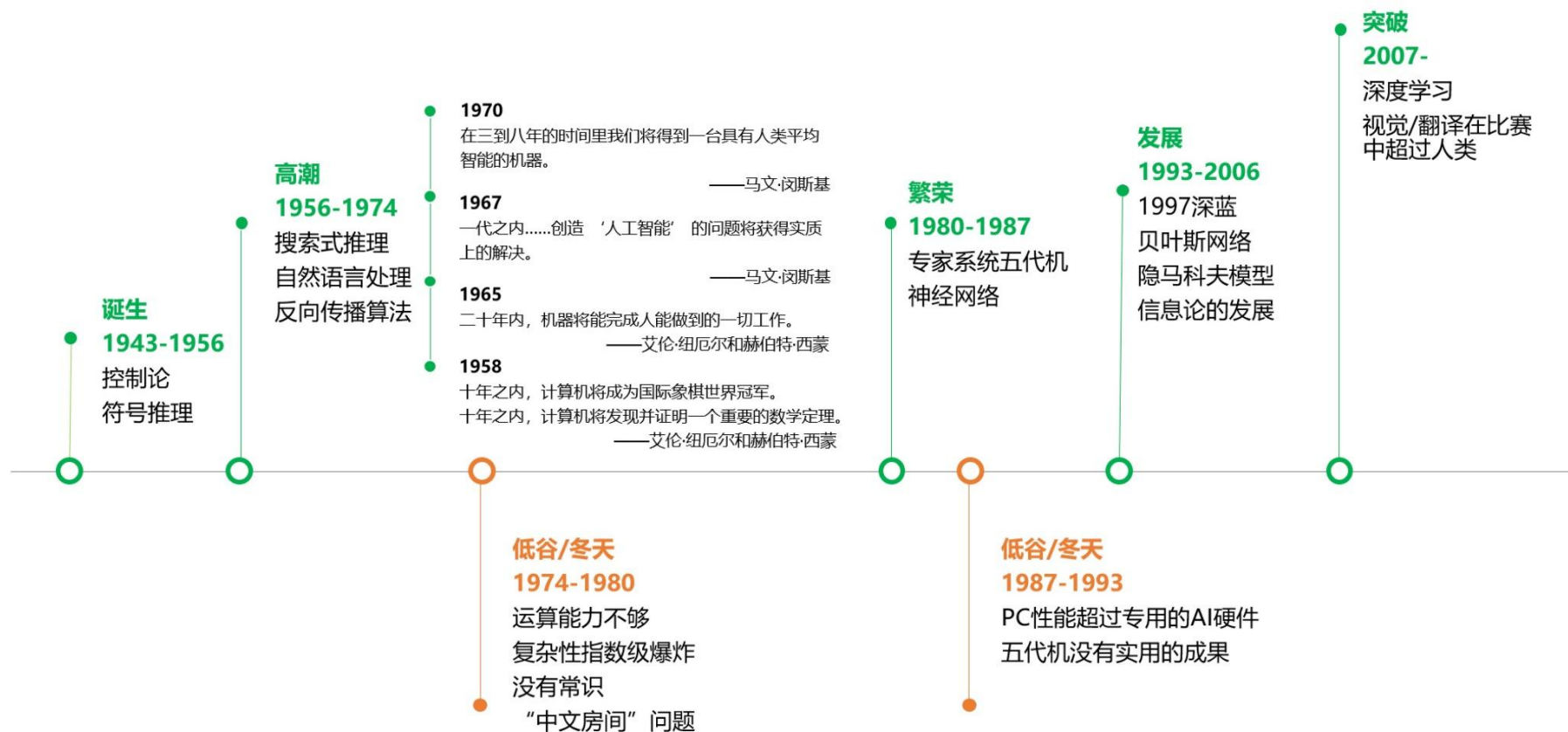
- 许多国家开始开展人工智能研究
- 1966-1974: 暗淡时期: 盲目乐观, 陷入困境
 - 譬如机器翻译: 眼不见, 心不烦=》 Out of sign, out of mind=》 俄语 “又瞎又疯”
- 1970-1988: **知识应用时期**: 以知识为中心
 - 1977费根鲍姆提出“知识工程”概念, 专家系统取得成功
 - 不确定性知识的表示与推理取得了突破
 - 建立了主观Bayes理论、确定性理论、证据理论等
- 1986以后: **集成发展时期**: 计算智能
 - 人工智能在博弈游戏中取得成功-深蓝
 - 神经网络的复兴



大数据驱动人工智能发展期 2011-

- 大数据驱动发展期
 - 算法、算力和算料（数据）
 - 物联网、大数据、云计算、人工智能相互促进
 - 深度学习不断取得重大进展
- 专用人工智能和通用人工智能
 - 专用人工智能：面向特定任务（比如下围棋）的人工智能称为专用人工智能
 - 通用人工智能：通用人工智能可处理视觉、听觉、判断、推理、学习、思考、规划、设计等各类问题
- 强人工智能与弱人工智能
 - 弱人工智能：主要关注执行结果，是否模拟人类并不重要
 - 强人工智能：模拟人类、能够执行“通用任务”的人工智能

人工智能历史



人工智能在中国

- 1978年开始把“**智能模拟**”作为国家科学技术发展规划的主要研究课题之一
- 1978，**图像识别与人工智能研究所**获批成立
- 1981年在长沙成立了**中国人工智能学会**
- 1986年起把**智能计算系统、智能机器人和智能信息处理**等列入国家高技术研究发展计划（**863计划**）
- 1993年起，把**智能控制和智能自动化**等列入国家科技攀登计划



人工智能在中国

《新一代人工智能发展规划》是为抢抓人工智能发展的重大战略机遇，构筑我国人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国，按照党中央、国务院部署要求制定。由国务院于2017年7月8日印发并实施。

国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知

国发〔2017〕35号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

现将《新一代人工智能发展规划》印发给你们，请认真贯彻执行。

国务院

2017年7月

新一代人工智能发展规划

人工智能的迅速发展将深刻改变人类社会生活、改变世界。为抢抓人工智能发展的重大战略机遇，构筑我国人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国，按照党中央、国务院部署要求，制定本规划。

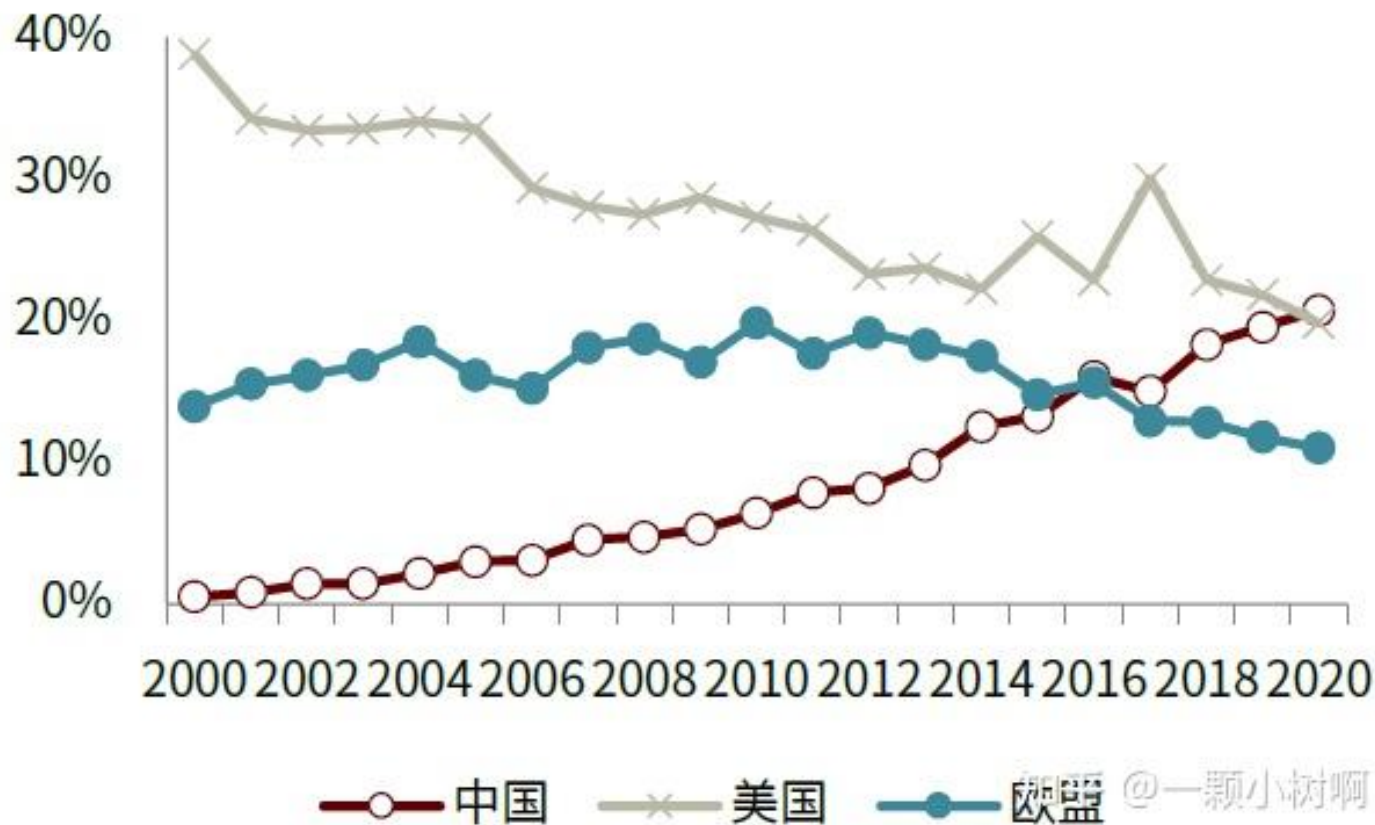
三步走：

2020年：人工智能应用水平达到世界先进水平；

2025年：人工智能基础理论实现理论突破；

2030：成为人工智能创新中心。

❖ 中国的人工智能



AI期刊引用数占全球比例（按地区）

❖ 中国的人工智能

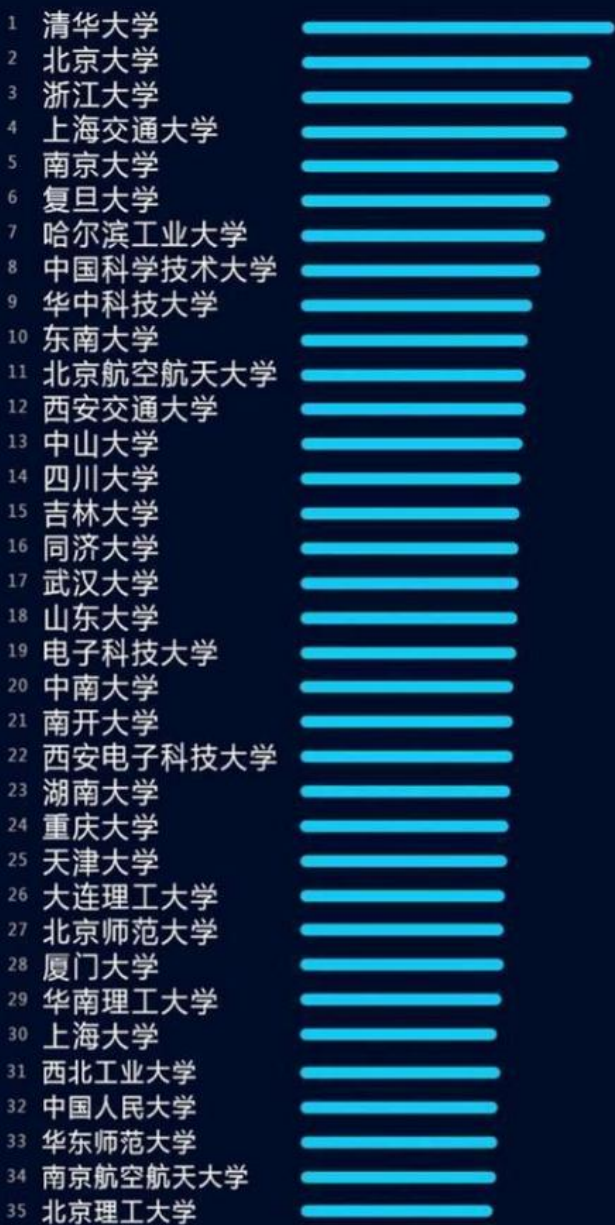
				
美国	中国	德国	英国	加拿大
1244 位学者	196 位学者	113 位学者	80 位学者	68 位学者
				
澳大利亚	瑞士	法国	新加坡	意大利
42 位学者	31 位学者	24 位学者	24 位学者	22 位学者

AI最具影响力学者数top10国家（2020年）



❖ 人工智能与自动化学院

➤ 在航天航空的智能信息处理领域具有较高知名度



本章主要内容

- 1.1 人工智能的基本概念
- 1.2 人工智能的发展简史
- 1.3 人工智能的主要学派
- 1.4 人工智能的主要研究领域与典型应用

人工智能研究形成的学派

- 符号主义

- 又称：逻辑主义、心理学派或计算机学派
- 原理：物理符号系统假设和有限合理性原理
- 起源：数学逻辑
- 认为人类认知和思维的基本单元是符号，而认知过程就是在符号表示上的一种运算。符号主义致力于用计算机的符号操作来模拟人的认知过程
- 提出“人工智能”术语，后来又发展了启发式算法→专家系统→知识工程理论与技术



Tom Mitchell



Steve Muggleton



Ross Quinlan

人工智能研究形成的学派

- 连接主义

- 又称：仿生学派或生理学派
- 原理：神经网络和神经网络间的连接机制和学习算法
- 起源：仿生学和人脑模型的研究
- 从神经生理学和认知科学的研究成果出发，强调智能活动是由大量简单的单元通过复杂的相互连接后得到的结果
- 人工神经网络是其典型代表性技术



Yann LeCun



Geoff Hinton



Yoshua Bengio

人工智能研究形成的学派

• 行为主义

- 又称：进化主义或控制论学派
- 原理：控制论及感知-动作型控制系统
- 起源：控制论
- 控制论把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算机联系起来，模拟人在控制过程中的智能行为和作用，如对自己寻优、自适应、自校正、自镇定、自组织和自学习等控制论系统的研究，并进行“控制论动物”的研制
- 诞生了智能控制和智能机器人系统



John Koza



John Holland



Hod Lipson

本课程学习的主要内容

人工智能典型应用

符号
学派

- 知识表达
- 知识推理



连接
学派

- 感知器等典型网络
- 深度学习



行为
学派

- 进化计算
- 强化学习

搜索

机器学习

本章主要内容

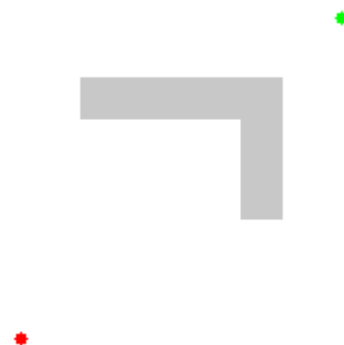
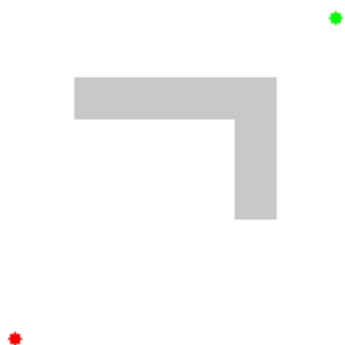
- 1.1 人工智能的基本概念
- 1.2 人工智能的发展简史
- 1.3 人工智能的主要学派
- 1.4 人工智能的主要研究领域与典型应用

搜索

- 搜索是处理很多事件的自然组成部分
- 缺乏直接求解方法的问题：搜索是一种求解问题的一般方法
- 搜索得更快->更具有智能

- 盲目式 (Uninformed)

- 启发式 (Heuristic)



组合优化问题

- 旅行商、生产计划与调度、路由调度等
- NP完全问题：用目前知道的最好的方法求解，问题求解需要花费的时间是随问题规模增大以指数关系增长

$$NP \stackrel{?}{=} P$$

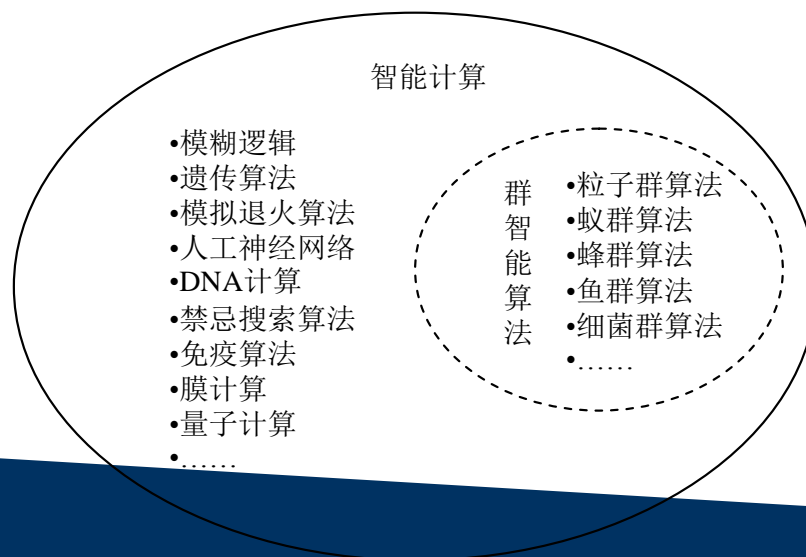
- 面临组合爆炸问题，需要研究人工智能求解方法

时间复杂度： $O(1) < O(n) < O(n \log n) < O(n^2) < O(n^a) < O(a^n) < O(n!)$

多项式级别 $\leftarrow \mid \rightarrow$ 非多项式级别

智能计算

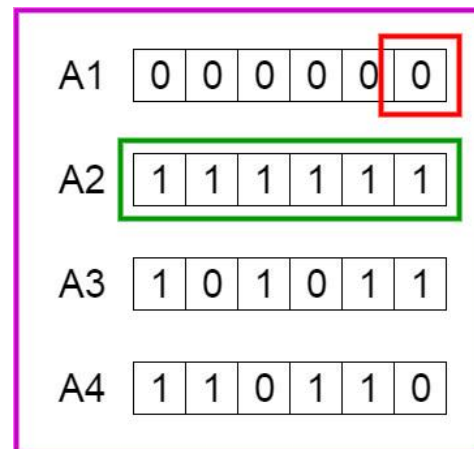
- 受自然界和生物界启发，模仿设计的各种智能算法
- 人工神经网络、遗传算法、模拟退火算法、免疫算法、蚁群算法、粒子群优化算法等
- 广泛应用于组合优化、模式识别、机器学习等领域
 - 进化计算：基于自然选择和遗传等生物进化机制的搜索算法
 - 群智能：受动物群体智能启发的算法



智能计算

• 遗传算法

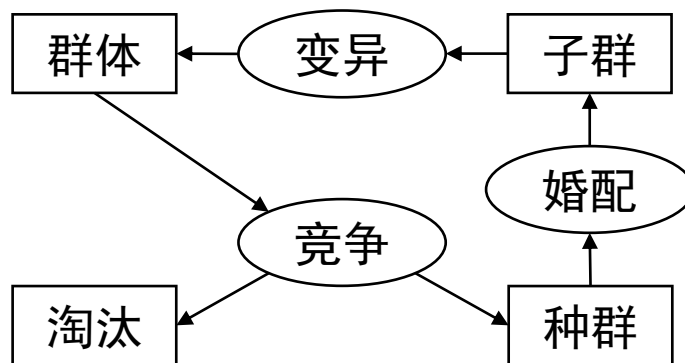
- 适应度函数：繁殖的概率
- 选择运算：选择用于繁殖的父体
- 交叉运算：交换某些点位的基因
- 变异运算：基因点位低概率的随机变异
- 终止：种群收敛，后代与前代差异不明显



基因

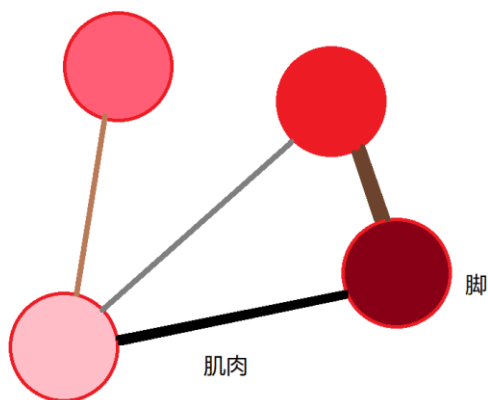
染色体

种群

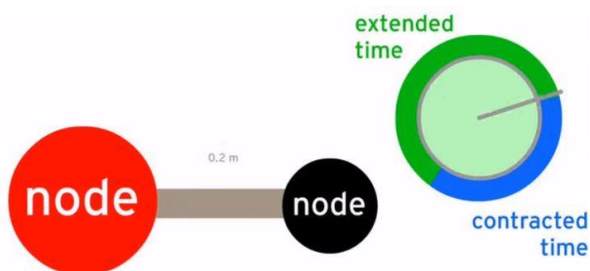
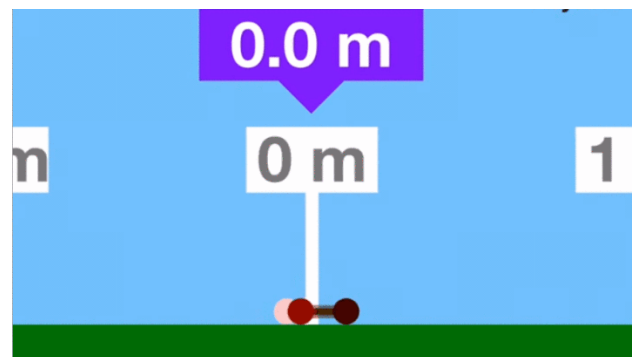


智能计算

• 遗传算法

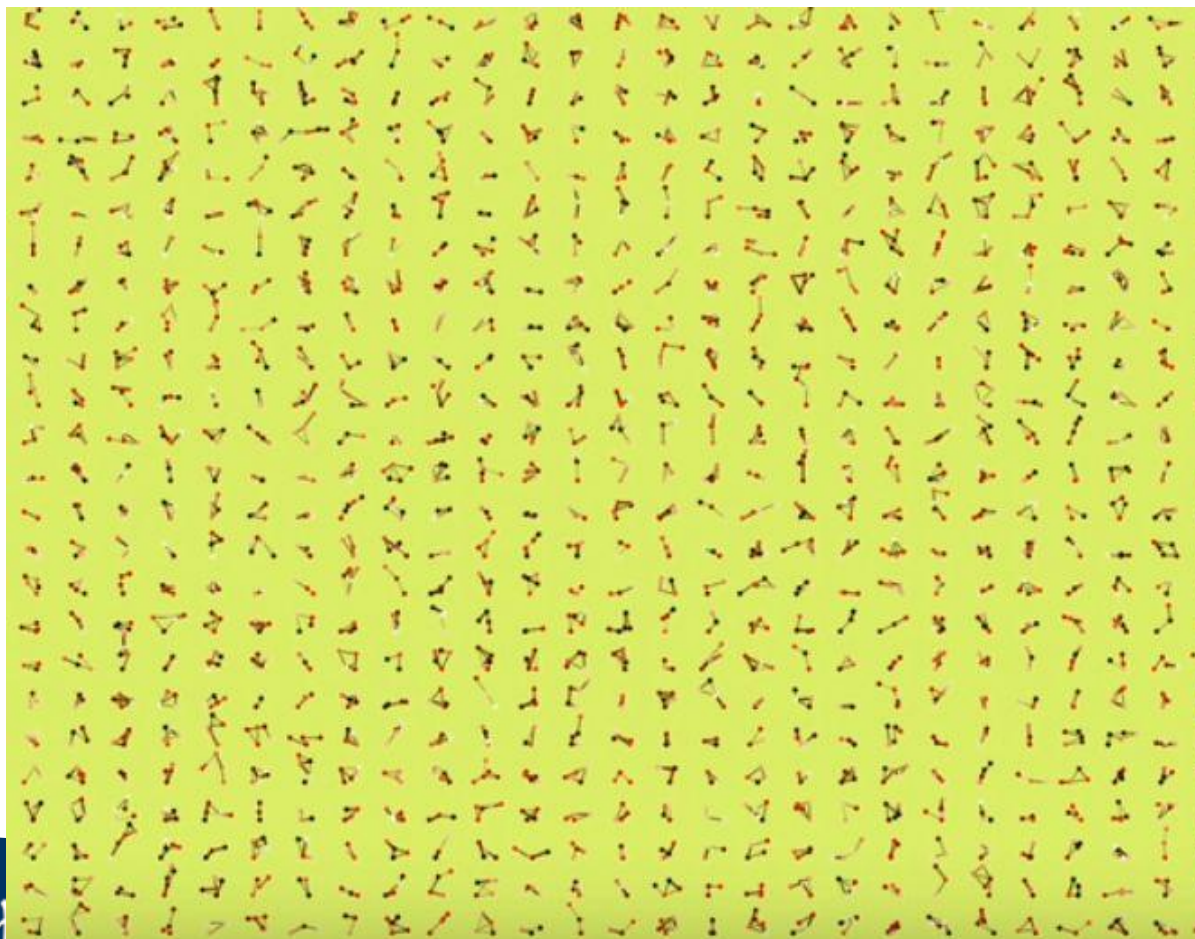


什么样的结构
可以跑的最快？



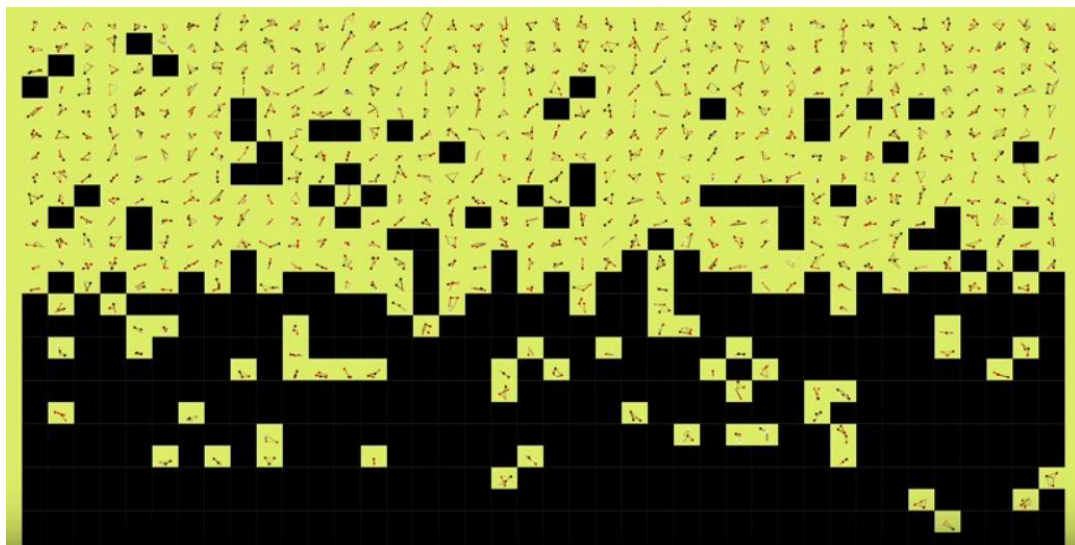
智能计算

- 遗传算法



智能计算

- 遗传算法

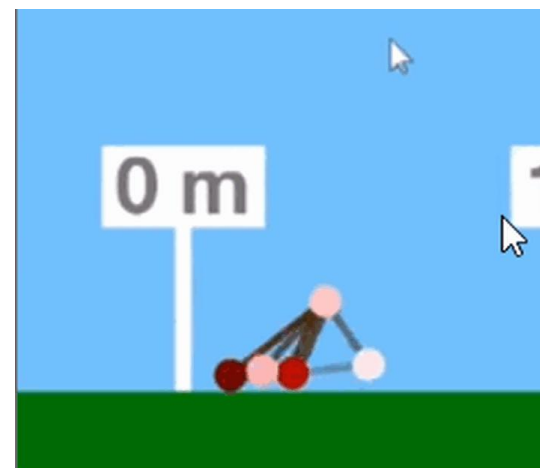


淘汰跑的慢的

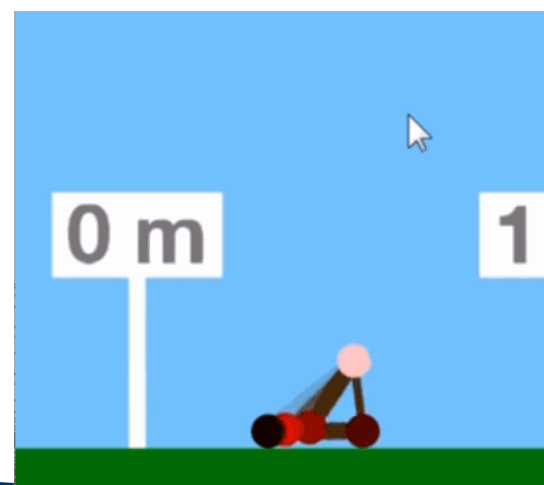


产生后代

第10代



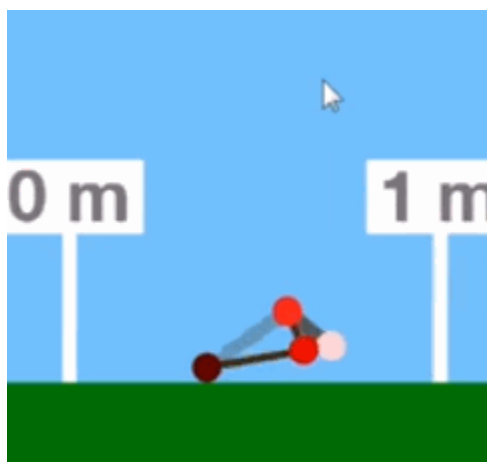
第30代



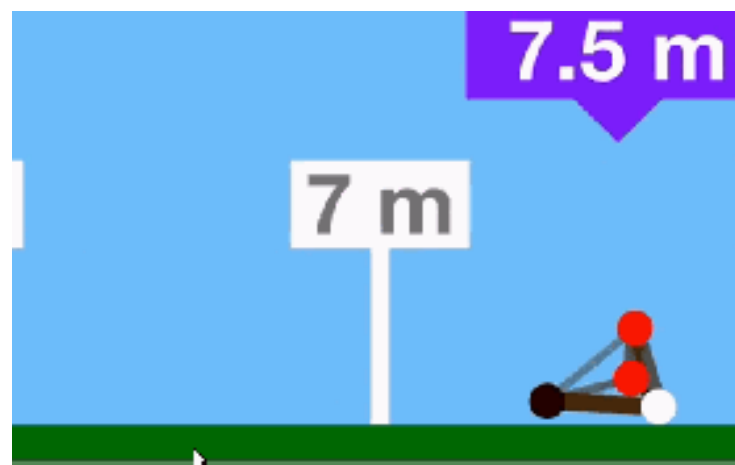
智能计算

- 遗传算法

第62代

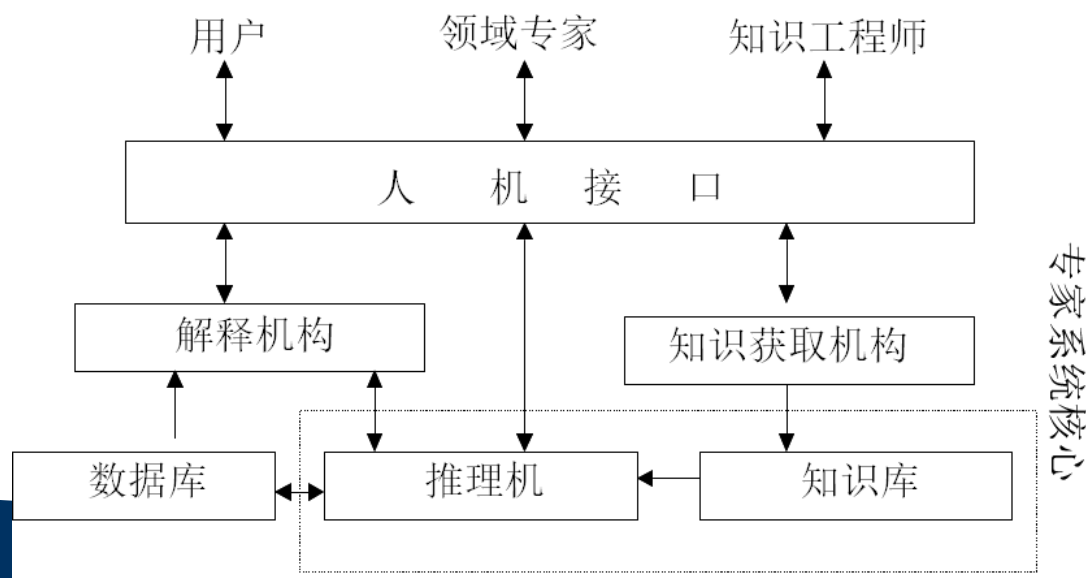


第300代 终止



专家系统

- 1965费根鲍姆，第一个专家系统——分析化合物分子结构的DENDRAL
- 具有特定领域内大量知识与经验的程序系统，应用人工智能技术模拟人类专家的思维过程来求解领域内的问题
- 应用：医疗诊断、地质勘探、石油化工、数理问题



人工神经网络与神经计算

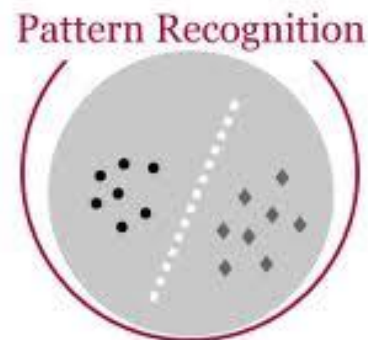
- 用大量简单处理单元经广泛连接组成的人工网络，模拟大脑神经系统的结构和功能
- 人工智能中极其重要的研究领域
- 应用：模式识别、图像处理、自动控制等



机器学习的第二次浪潮：深度学习

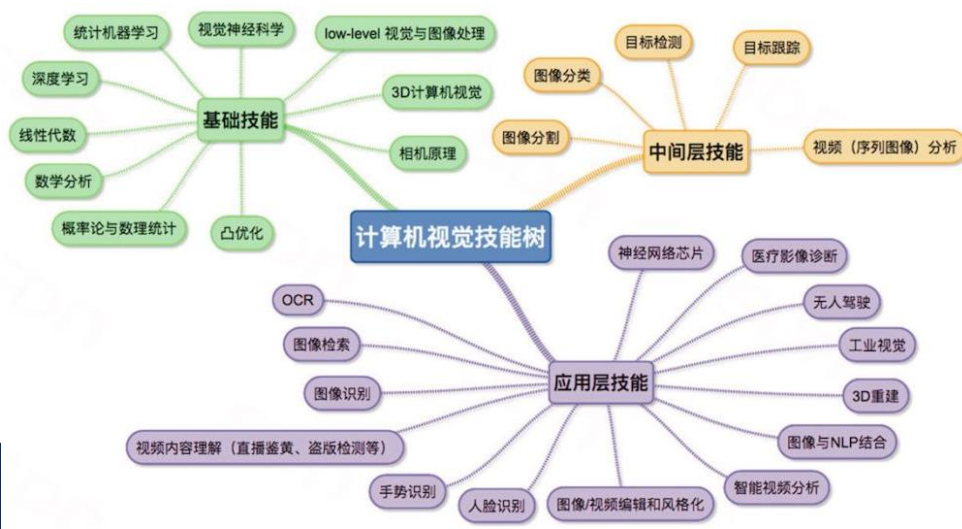
模式识别

- 研究对象描述和分类方法的学科
- 模式：对一个物体或感兴趣实体定量或结构的描述
- 统计方法、结构方法、神经网络方法等
- 有监督/无监督
- 应用：图像识别、文字识别、语音识别等



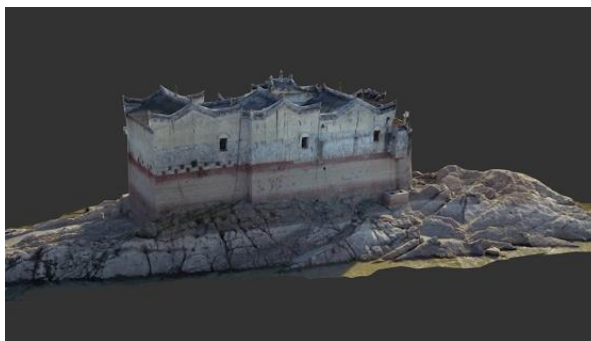
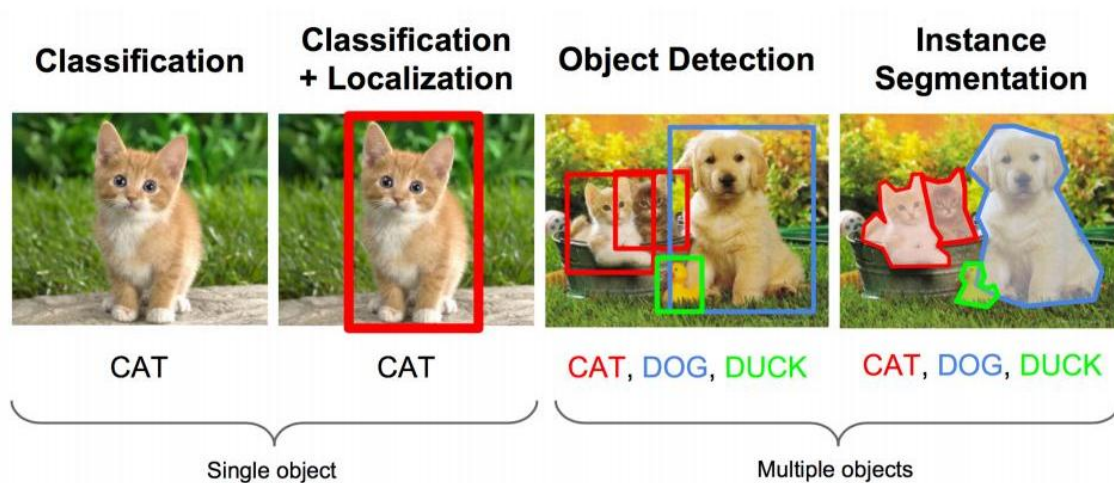
计算机视觉

- 通过对采集的图片或视频进行处理以获得相应的信息
 - 低层视觉：突出对象某些特征
 - 高层视觉：理解对象
- 目标：使计算机能象人那样通过视觉观察和理解世界
- 机器学习三大热点方向：计算机视觉、自然语言处理、语音识别



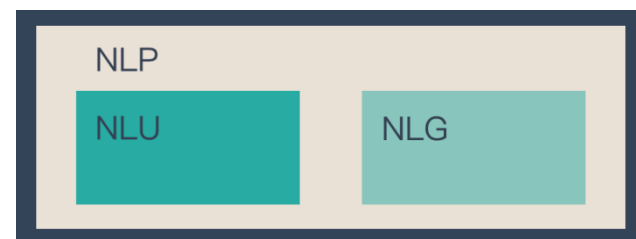
计算机视觉

- 物体识别和检测
- 语义分割
- 运动和跟踪
- 三维重建
- 视觉问答
- 动作识别等



自然语言处理

- 如何让计算机理解人类自然语言



- 自然语言**理解**：如何理解文本

- 文本分类、命名实体识别、指代消歧
- 句法分析、机器阅读理解等

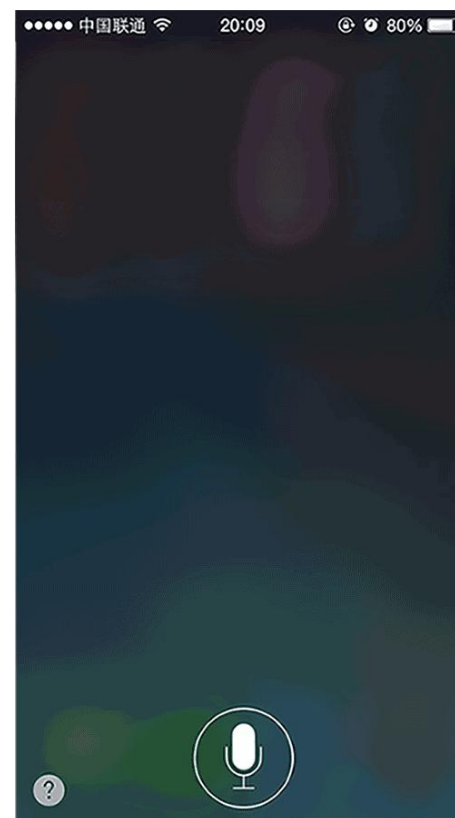
- 自然语言**生成**：理解文本后如何生成自然文本

- 自动摘要、机器翻译、问答系统、对话机器人等

- 难点：语言的多样性、歧义性、语言的鲁棒性、知识依赖、上下文

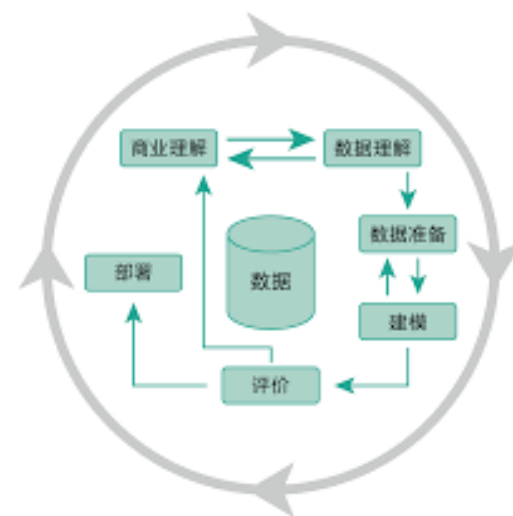
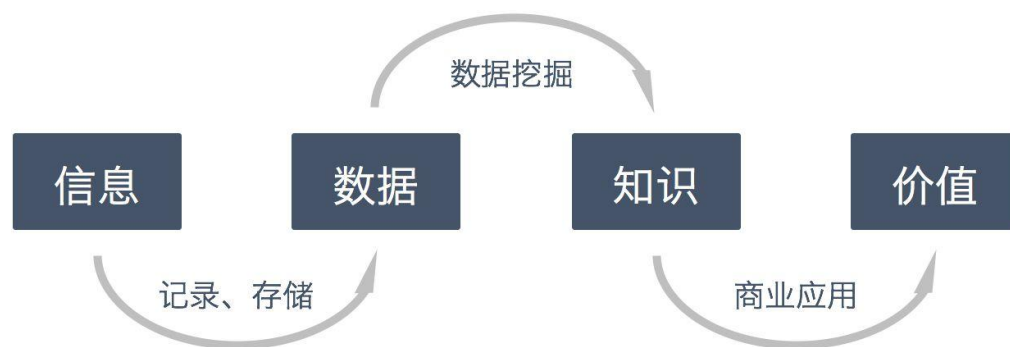
自然语言处理

- 应用：机器翻译、自动摘要、文本分类、问题回答、文本语义对比、语音识别、中文OCR等



数据挖掘与知识发现

- 从数据库中找出有意义的模式
- 知识获取是人工智能的关键问题之一
- 数据挖掘过程：数据预处理、建模、模型评估、模型应用

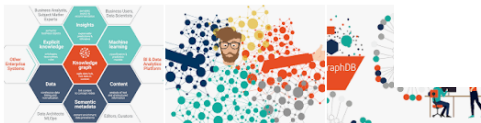


智能信息检索

- 能理解自然语言
- 具有推理能力
- 系统拥有一定的常识性知识

Google knowledge graph

找到约 324,000,000 条结果 (用时 0.50 秒)



The **knowledge graph** represents a collection of interlinked descriptions of entities – objects, events or concepts. **Knowledge graphs** put data in context via linking and semantic metadata and this way provide a framework for data integration, unification, analytics and sharing.

www.ontotext.com > knowledgehub > what-is-a-knowledge...

[What is a Knowledge Graph? | Ontotext Fundamentals](#)

其他用户还问了以下问题

- How does a knowledge graph work?
- How do you create a knowledge graph?
- Why is knowledge graph important?

Microsoft Bing

小米家的智能机器人叫什么

8,870,000 条结果 时间不限 在新选项卡中打开链接

小米旗下机器人叫**小爱同学**。小爱同学是小米公司于2017年7月26日推出的一个拥有红色短发机甲少女形象的人工智能 (AI) 音箱。

[小米旗下机器人叫什么-住哪儿知识 - zhuna.cn](#)
[www.zhuna.cn/zhishi/5853495.html](#)

这是否有帮助?

[小米旗下机器人叫什么-住哪儿知识 - zhuna.cn](#)
[https://www.zhuna.cn/zhishi/5853495.html](#)

小米旗下机器人叫**小爱同学**。小爱同学是小米公司于2017年7月26日推出的一个拥有红色短发机甲少女形象的人工智能 (AI) 音箱。小爱同学支持语音交互, 并提供播放音乐、电台点播、智能家居等功能。

[【小米智能机器人】价格_图片_品牌_怎么样-京东商城 - JD ...](#)
[www.jd.com/chanpin/2666491.html](#)

京东JD.COM是国内专业的小米智能机器人网上购物商城,提供小米智能机器人价格,报价,参数,评价,图片,品牌等信息,买小米智能机器人,上京东就购了。

Google 知識圖譜 (Google Knowledge Graph)

Google知識圖譜是Google的一個知識庫,其使用語意搜索從多種來源收集資訊,以提高Google搜尋的品質。知識圖譜2012年加入Google搜尋,2012年5月16日正式發布,首先可在美國使用。知識圖譜除了顯示其他網站的連結列表,還提供結構化及詳細的關於主題的資訊。 [維基百科](#)

提供更多反饋

查看以下內容的搜尋結果:

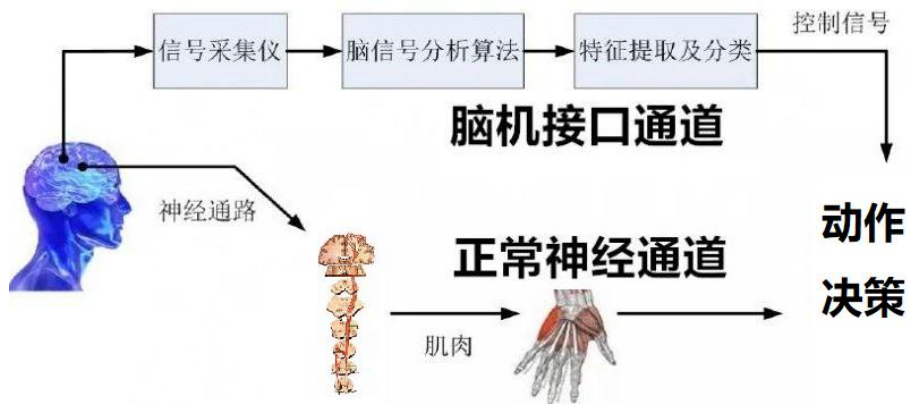
[知識圖譜](#)
在知識表示和推理中,知識圖譜是使用圖形...

相关搜索

米小兔
米家积木
c积木人
平衡车积木
积木机器人
大型机器人积木
可编程机器人积木
小米小爱积木机器人

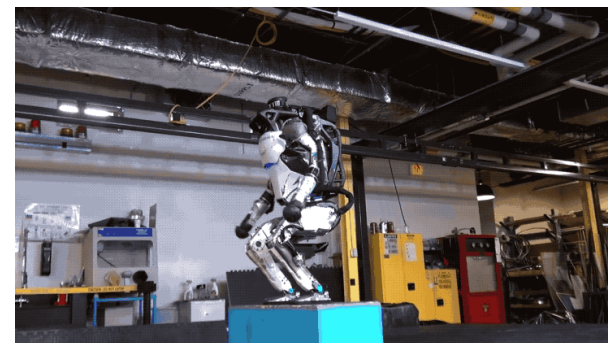
脑机接口

- 大脑与外部设备之间创建的连接，实现脑与设备的信息交换



机器人

- 20世纪60年代初，尤尼梅特和沃沙特兰两种机器人。
- 机器人发展：
 - 第一代 - 程序控制机器人
 - 第二代 - 自适应机器人
 - 第三代 - 智能机器人



Boston Dynamics Atlas

博弈与游戏AI

- 博弈游戏：棋牌与战争等竞争性智能活动
- “象棋是人工智能中的果蝇”

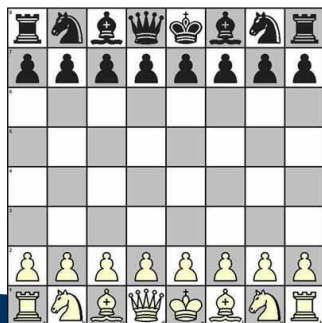
棋局数量

一字棋：9!

西洋跳棋： 10^{78}

国际象棋： 10^{120}

围棋： 10^{761}



- 1991年8月，IBM公司研制的Deep Thought 2计算机系统与澳大利亚象棋冠军约翰森（D. Johansen）举行了一场人机对抗赛，以1：1平局告终。
- 1996. 2. 10-17，IBM公司的“深蓝”计算机系统与卡斯帕罗夫进行了六局比赛，号称人脑与电脑的世纪决战。卡斯帕罗夫以4：2获胜。
- 1997. 5. 11 深蓝再次挑战特级大师卡斯帕罗夫，“人机大战”的最后一局对弈中，“深蓝”仅用了1小时轻松击败卡斯帕罗夫，以3.5比2.5的总比分赢得了最终的胜利。
- 此后十年，人机互有胜负，直到2006年棋王卡拉姆尼克被Deep Fritz击败，人类再也没有赢过电脑。

博弈与游戏AI

棋局数量

一字棋: 9!

西洋跳棋: 10^{78}

国际象棋: 10^{120}

围棋: 10^{761}

- 2016. 3, AlphaGo以4:1战胜韩国棋手李世石, 成为第一个击败人类职业围棋选手的电脑程序。
- 2016. 12, AlphaGo身披“Master”马甲, 5天内横扫中日韩棋坛, 以60场连胜纪录告退。
- 2017. 5, AlphaGo在乌镇以3:0完胜柯洁。
- 2021. 11, AlphaGo完胜世界冠军团队

- 自我博弈
- 训练
- 评估



博弈与游戏AI

- 电子游戏里本来是没有AI的，孤独的玩家多了，就有了游戏AI
- 智能体：感知、决策、行为
- 行为树与有限状态机
 - “状态机”是一种表示状态并控制状态切换的设计模式
 - “行为树”是一种以树状结构表达的决策模式
- 寻路、群体智能、模糊逻辑、杂项技巧



分布式人工智能与多智能体

- 分布式计算与人工智能结合的结果
- 以鲁棒性作为控制系统质量的标准，并具有互操作性
- 目标是创建一种描述自然系统和社会系统的模型
 - 分布式问题求解：把一个具体的求解问题划分为多个相互合作和知识共享的模块或者结点
 - 多智能体系统：研究各智能体之间行为的协调
- 多智能体系统更能体现人类的社会智能
- 应用：飞行器编队、传感器网络、数据融合、交通车辆控制等



编队控制



传感器网络



数据融合



交通车辆控制

智能+others

- 智能医疗
- 智能控制
- 智能仿真
- 智能CAD
- 智能CAI
- 智能管理决策
- 智能通信
- 智能计算机
- 自动程序设计
- 无人驾驶
- 自动生产线
- 智慧物流
- 人工生命
-

思考

- 下一代人工智能的发展方向/发展目标/模型方法是？
- 你看好人工智能的哪些应用领域？

[1] 张钹, 朱军, 苏航. 迈向第三代人工智能[J]. 中国科学: 信息科学, 2020, 50 (09) : 1281-1302.

[\[2\] 人工智能简介](#)