

人工智能导论

主讲：昌毅

人工智能与自动化学院

2024. 2. 27

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；
 3. 人工智能基础（第3版），蔡自兴、蒙祖强编著，高等教育出版社。

考核方式

- 闭卷考试
- 平时成绩30%，期末考试70%
- 昌毅
 - 人工智能与自动化学院-飞行器导航制导系
 - 个人主页: <https://owuchangyuo.github.io/>
 - 邮箱: yichang@hust.edu.cn
 - 微信: 18820258463

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，以及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，也被称为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**，智能来自于大脑的思维活动；
 - (2) **知识阈值理论**：智能取决于知识的数量及一般化程度，**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，**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

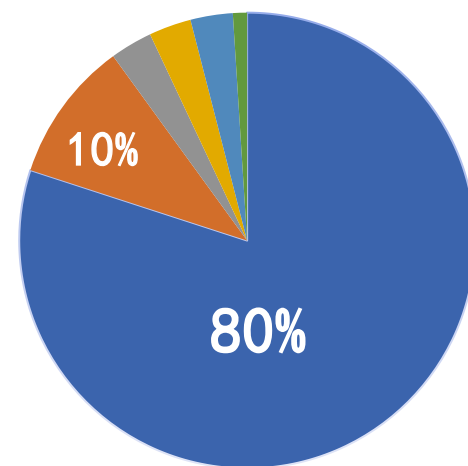
美国心理学家、认知心理学家、编辑

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

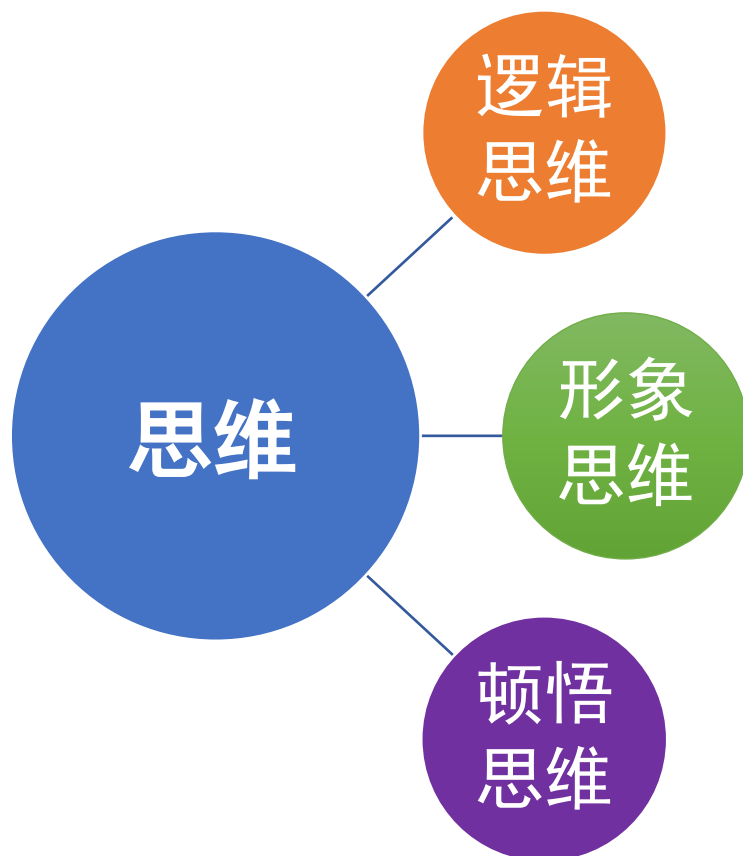


■ 视觉 ■ 听觉 ■ 触觉 ■ 嗅觉 ■ 味觉 ■ 其他

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）

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

人工智能如何评价

- **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？



人工智能如何评价

- 图灵测试：不论机器是否能思维，只看它是否能通过测试。
- 难点：AI既要足够聪明，同时还要像一个人：

不能太快：提

有情感：你叫
哪个张？张飞的

.....

- 争议和批评

房间里的人不
类似。

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！

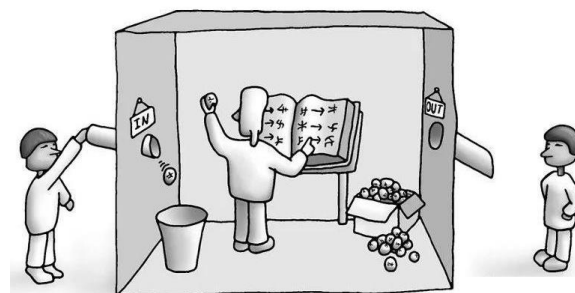
”

.....

那个张？弓长张。是

计算机运行程序很

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。



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，古希腊亚里士多德《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



逻辑三角



- 16世纪，英国培根：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

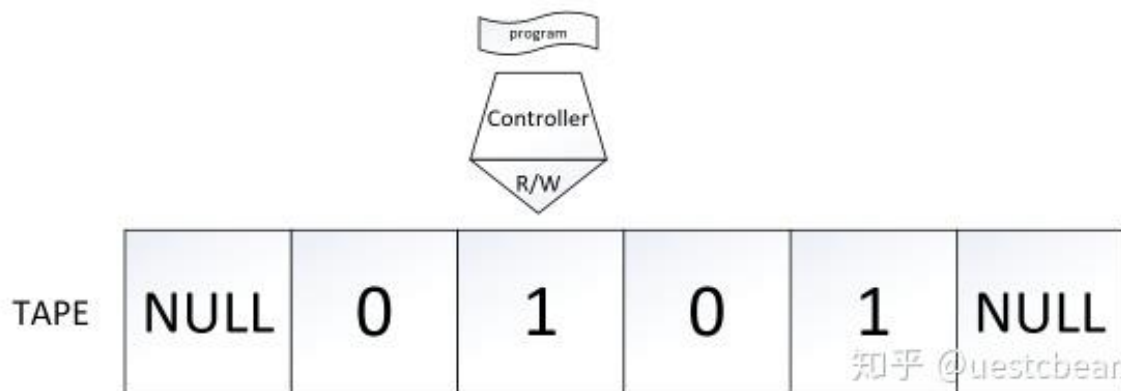
昨天太阳东升
今天太阳东升
燕子是鸟
所有鸟都有羽毛
所以燕子有羽毛

孕育阶段-重要思想

- 17世纪，德国数学家和哲学家莱布尼茨：万能符号、推理计算，现代机器思维设计思想
- 1854，英国逻辑学家布尔《思维法则》：布尔代数真/假，与/或/非，能够自动推理
- 1936，英国数学家图灵：理想计算机的数学模型——图灵机

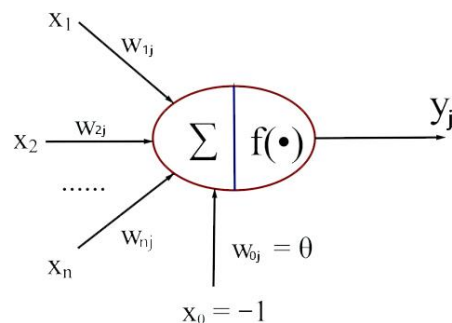
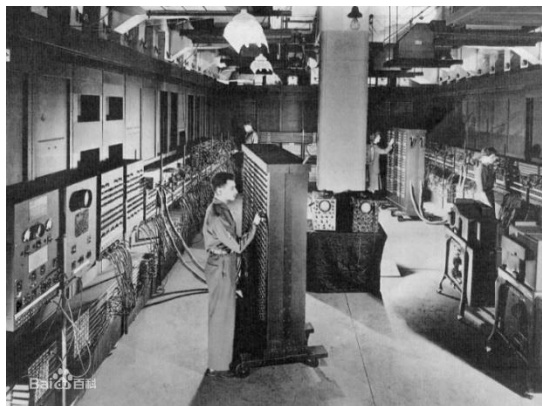
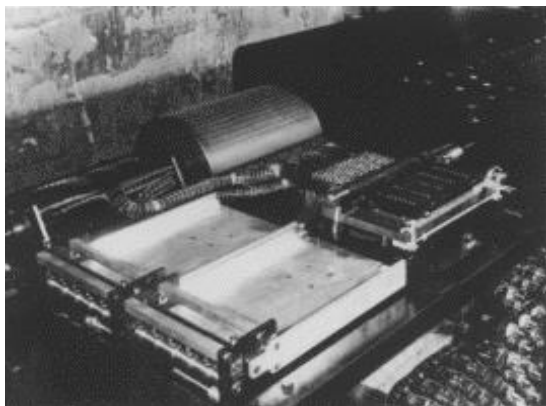
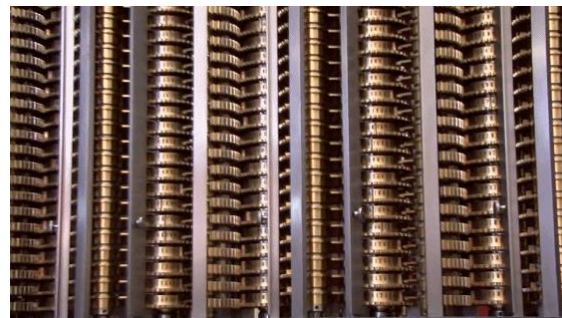
一个图灵机模拟程序：

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



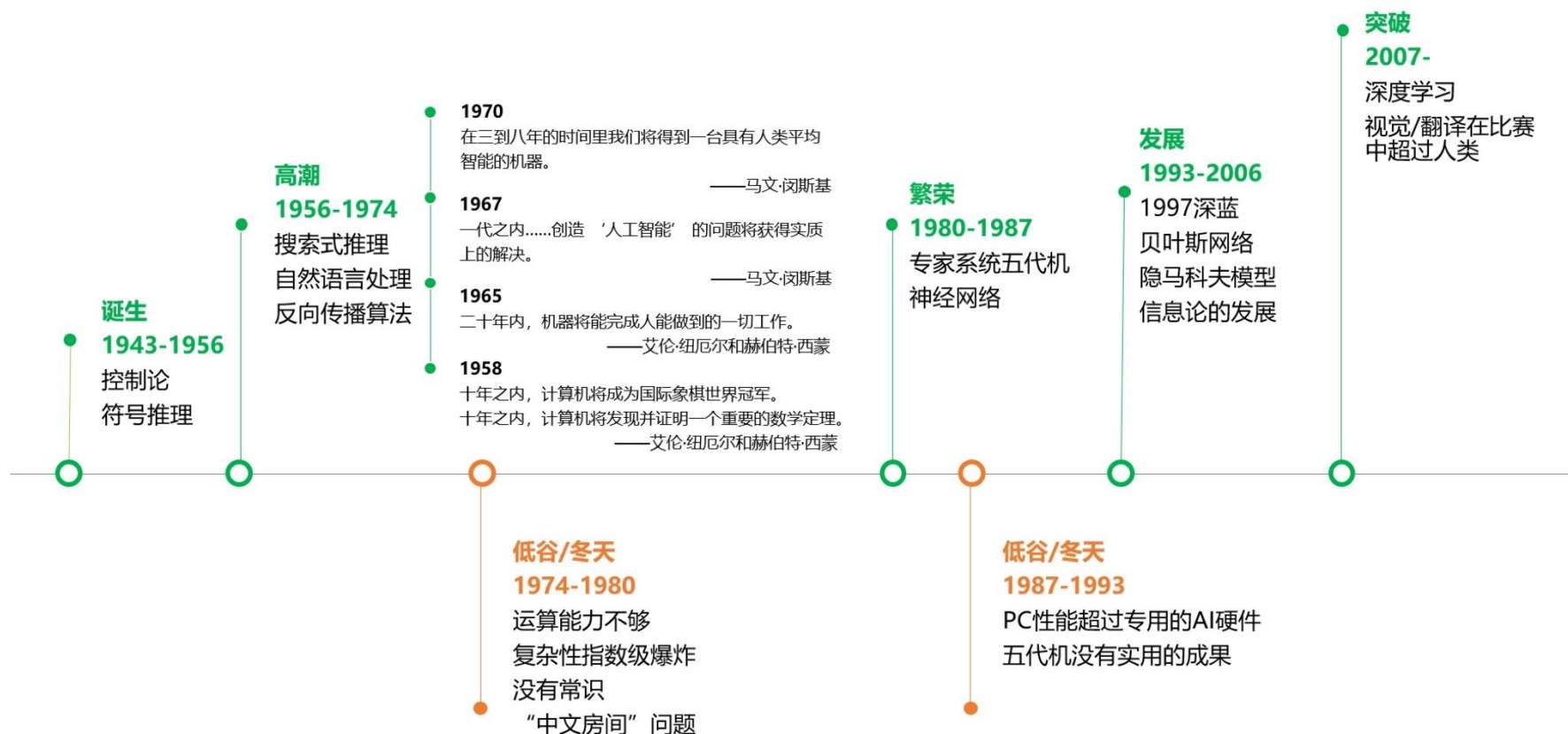
孕育阶段-先驱成果

- 19世纪，英国科学家巴贝奇：差分机
- 1937-1941，美国阿塔纳索夫/贝瑞：ABC机
- 1946，美国莫克利/埃柯特：ENIAC



- 1943，美国麦克洛奇/匹兹：第一个神经网络模型（M-P模型）

人工智能发展阶段



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
 - 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
- 在各个方面都陆续取得成果:
 - 机器学习、定理证明、模式识别、问题求解、专家系统及人工智能语言等方面
 - 1965 DENDRAL专家系统、1960人工智能语言LISP、1969 IJCAI

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
- 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



发展阶段-我国

- 人工智能在我国的发展：

- 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年，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，把智能控制和智能化等列入国家科技攀登计划
- 十四五规划重点提及人工智能
- 2017年，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，上升为国家战略



中国人工智能学会
Chinese Association for Artificial Intelligence



发展阶段 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(多模态大模型)
- 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

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：数理逻辑
- 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

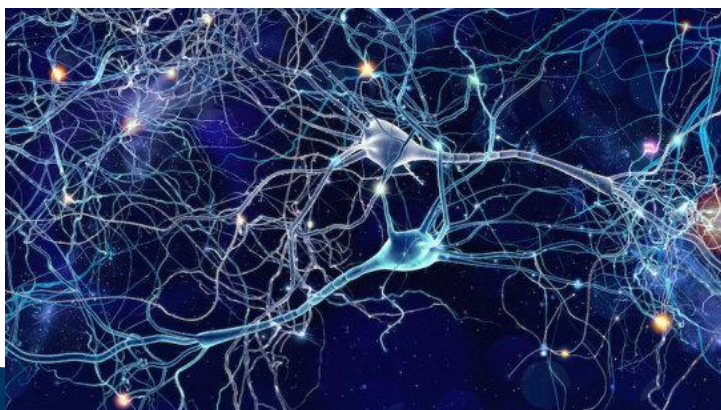


Ross Quinlan

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



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

搜索

机器学习

符号
学派



连接
学派



行为
学派

- 知识表达与知识推理
- 谓词逻辑、产生式
- 不确定知识表达与推理
- 语义网络与知识图谱
- 神经网络基本思想与结构
- 从浅层到深度学习
- 现代神经网络重要思想与结构
- 计算智能
- 强化学习
- 深度强化学习

人工智能典型应用

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

你所了解的人工智能 典型应用有哪些？

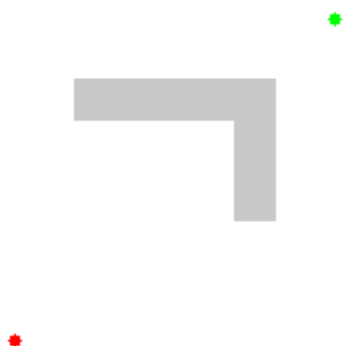


搜索

- 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

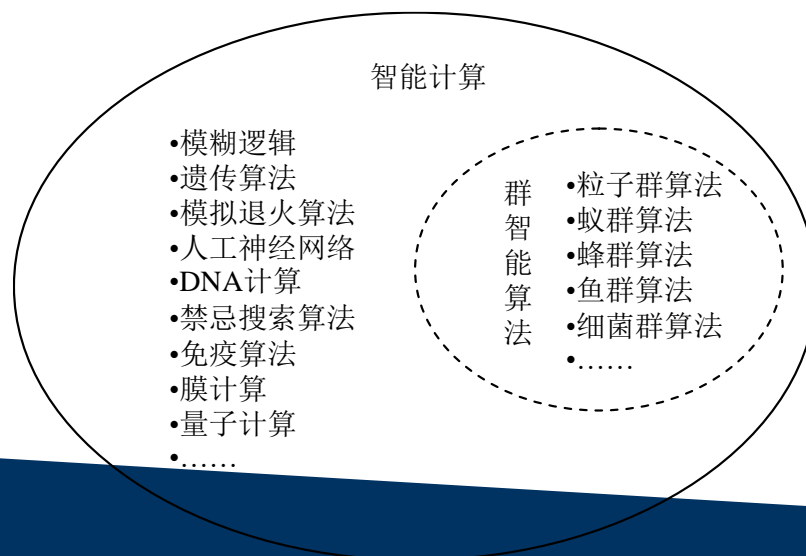
Generative Language Modeling for Automated Theorem Proving

Stanislas Polu
OpenAI
spolu@openai.com

Ilya Sutskever
OpenAI
ilyasu@openai.com

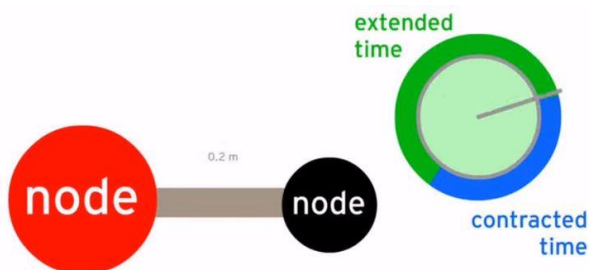
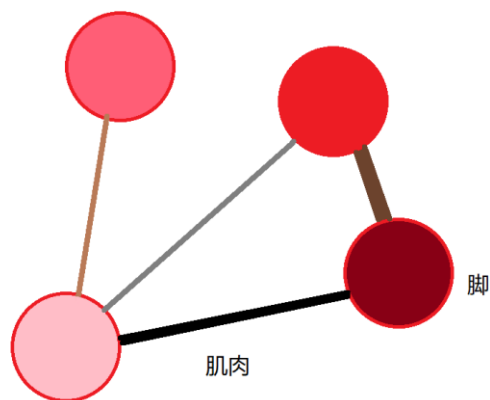
智能计算

- 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

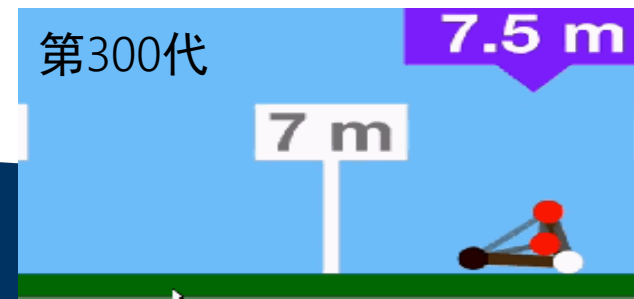
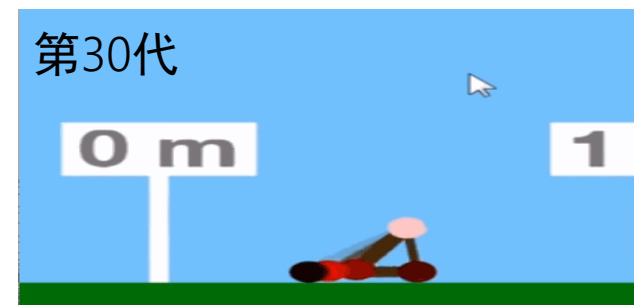
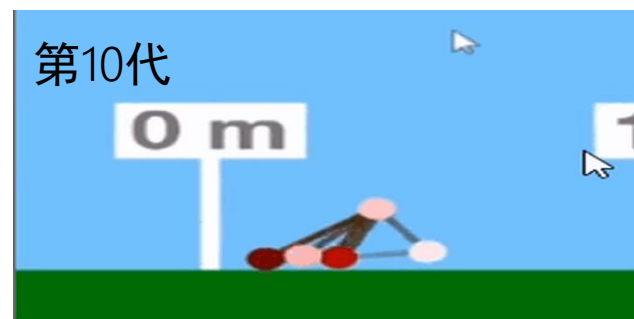
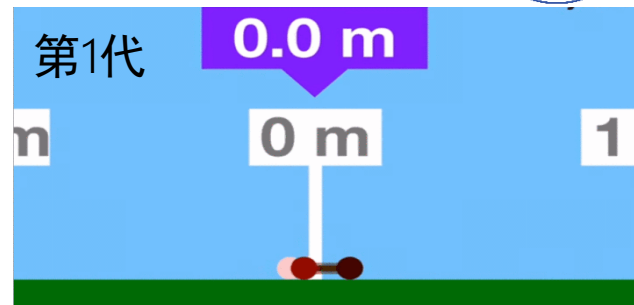


智能计算

• 遗传算法

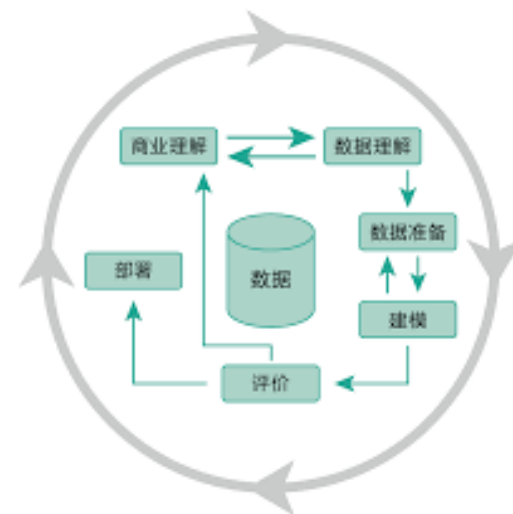
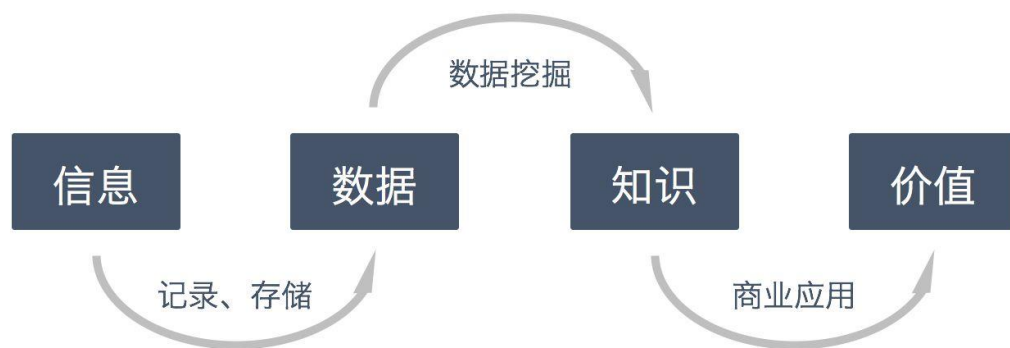


什么样的结构
可以跑的最快？



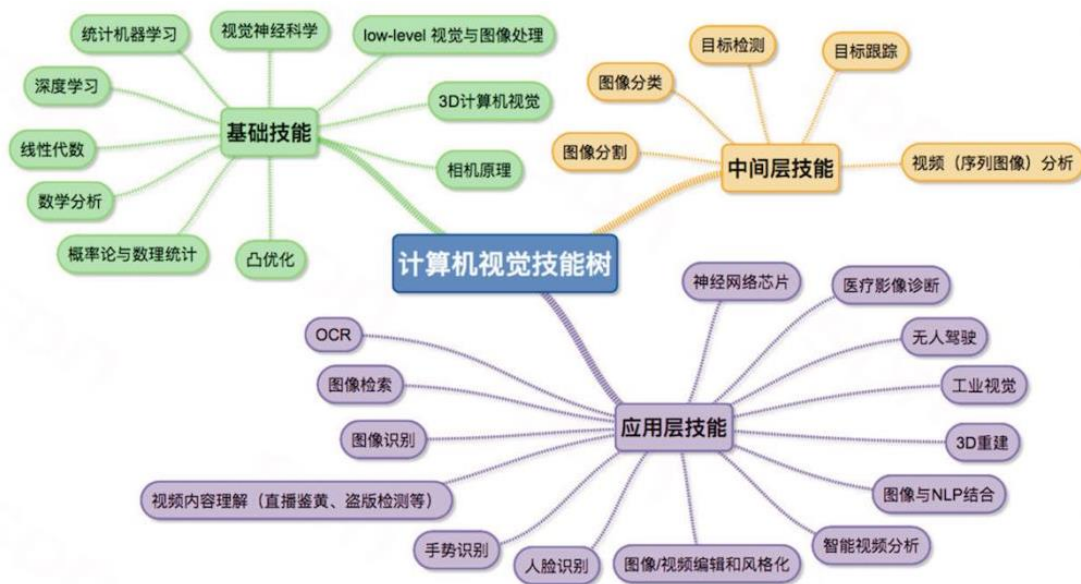
数据挖掘与知识发现

- 从数据库找出有意义的模式
- 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



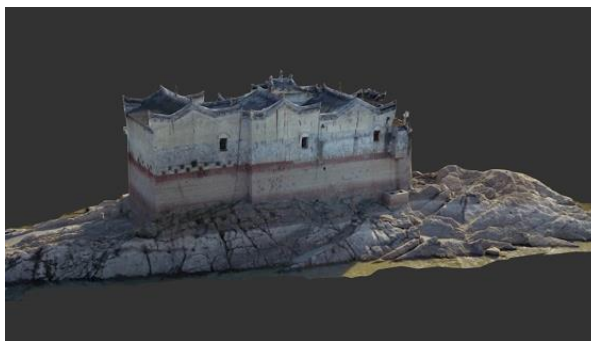
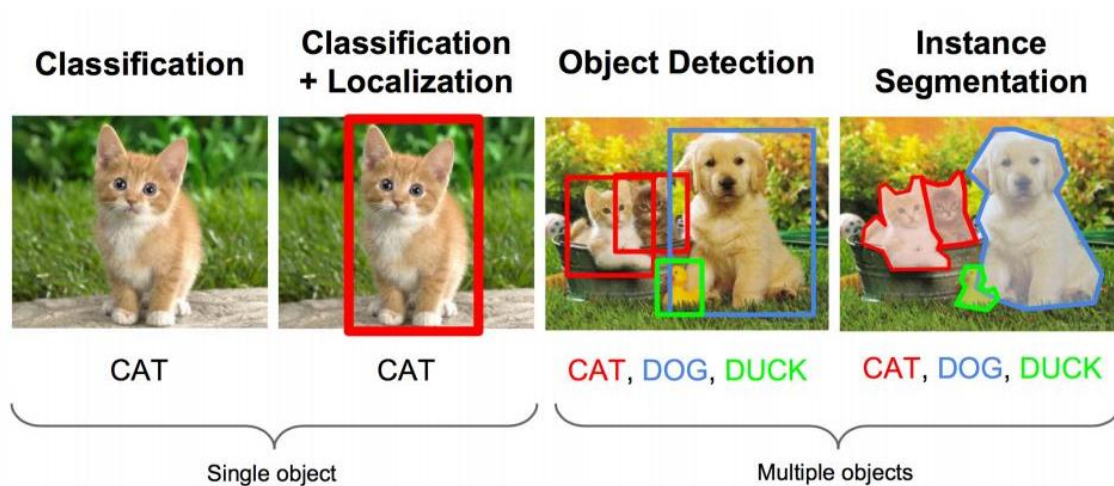
计算机视觉

- 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



高清人脸生成



复杂场景视频生成

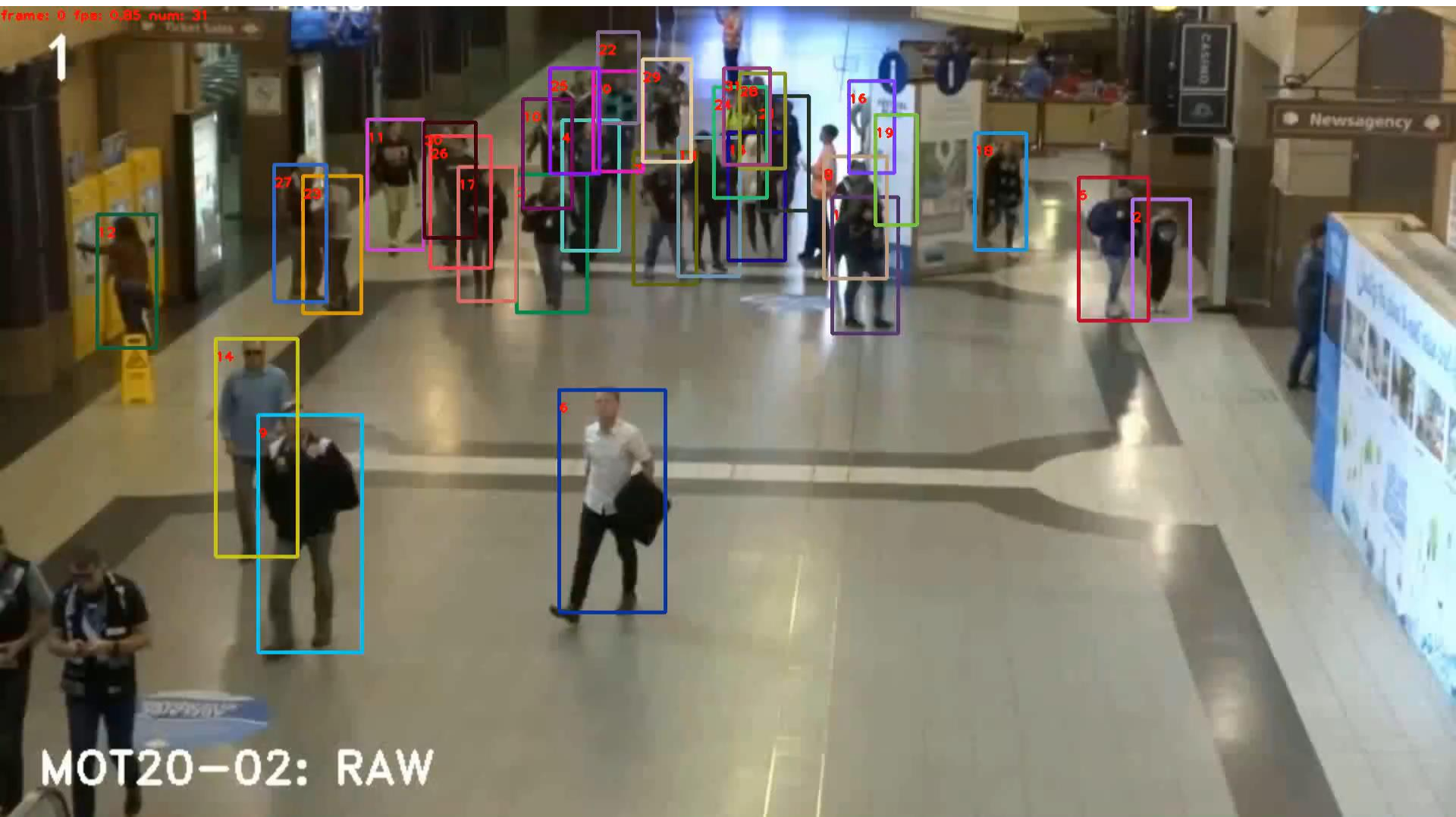
We're sharing our research progress early to get feedback from people outside of OpenAI and to give people a sense of what AI capabilities are on the horizon.

We will be taking several important safety steps before this research becomes available in any of our products.

Sora is a new AI model that can create realistic and imaginative scenes from text prompts.

多目标行人跟踪

frame: 0 fps: 0.85 num: 31



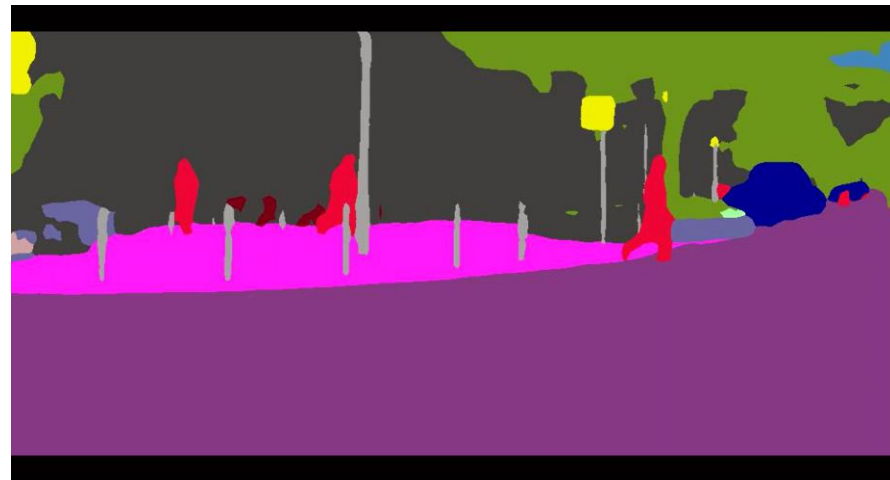
MOT20-02: RAW

人体姿态估计

10.4 fps



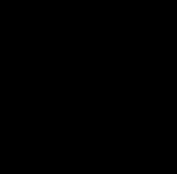
自动驾驶场景解译





神经辐射场

Neural Radiance Fields (NeRF) 高质量三维视角合成重建

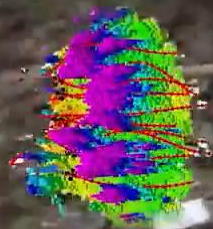


分布式人工智能与多智能体

Fei_GAO bilibili

飞越密集树林

野外环境下的极致导航避障性能



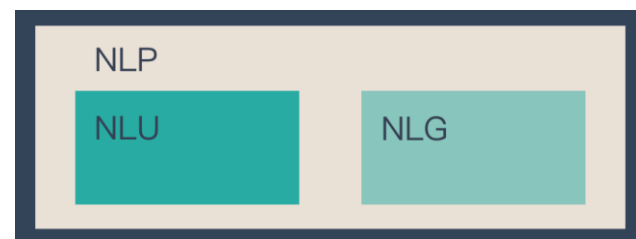
>> X2

超远视距成像



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

自然语言翻译

- 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

 visitor83 speaks English. Nothing to translate there.



Hey! I don't speak english very well, can we speak german?

[Reply](#) [Edit](#) [Note](#) [Reminder](#) [Shortcuts](#) [Helpdesk](#)

Send your message to visitor83 in chat...



自然语言理解

y

宫廷玉液酒减小锤等于多少？



我不知道宫廷玉液酒减小锤等于多少。这个问题似乎与我的知识范围不符。宫廷玉液酒和小锤之间的关系，我并不清楚。因此，我无法为您提供准确的答案。



y

已知宫廷玉液酒是 180 一杯，小锤等于 40



如果我没有理解错，您问的是：一杯宫廷玉液酒减去一个小锤，等于多少。如果是这样，那么我可以告诉您，一杯宫廷玉液酒减去一个小锤，等于 140。因为 $180 - 40 = 140$ 。



但是，我还必须提醒您，宫廷玉液酒和小锤之间的关系不是数学问题，而是一个抽象的概念。宫廷玉液酒和小锤本身并不具有数量意义，它们之间也没有相互关系。因此，我们不能通过简单的数学运算来解决这个问题。我们只能依据实际情况进行分析和推理，来寻找问题的答案。

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”

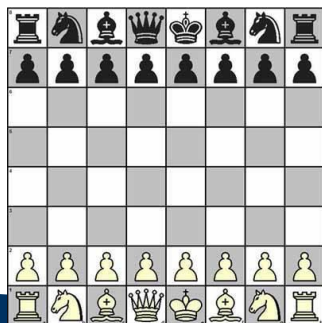
棋局数量

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。

- 自我博弈
- 训练
- 评估



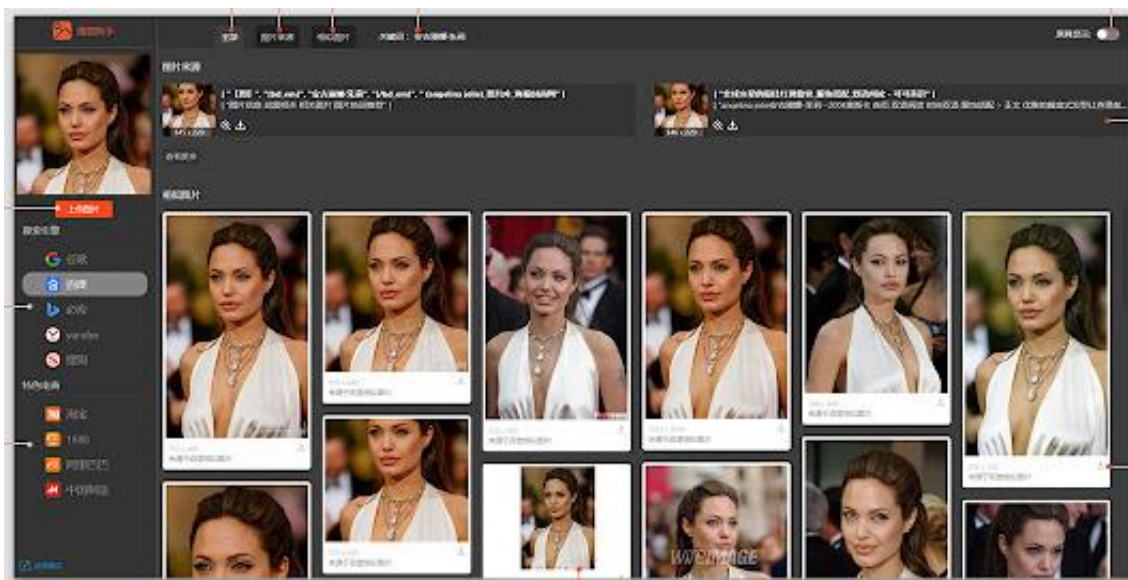
博弈与游戏AI

- 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、模糊逻辑等



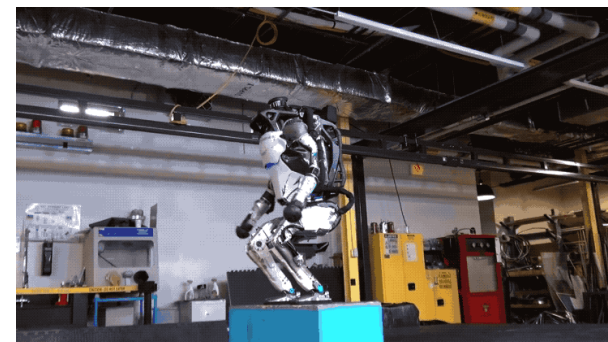
智能信息检索

- 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



机器人

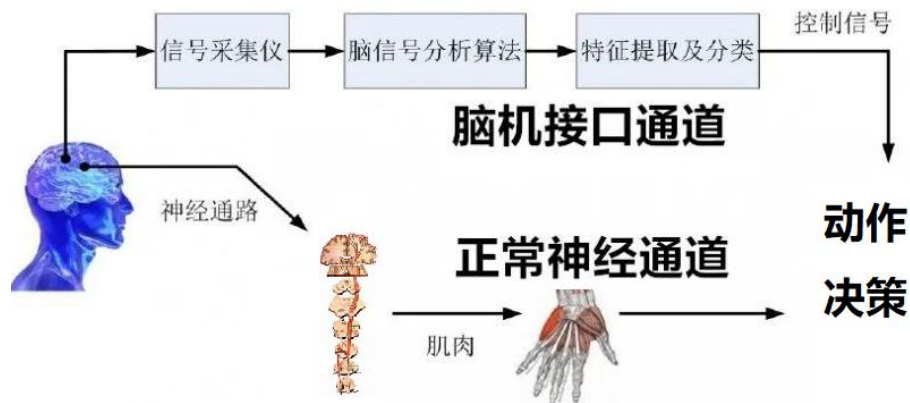
- 20世纪60年代初，尤尼梅特和沃沙特兰两种机器人。
- 机器人发展：
 - 第一代 - 程序控制机器人
 - 第二代 - 自适应机器人
 - 第三代 - 智能机器人



Boston Dynamics Atlas

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



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？
- 每个人如何在人工智能的冲击下保证自身的竞争力？

[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.

课程结束后的大作业

根据你对本课程的学习和对人工智能的理解
画出一张人工智能领域的脉络图。