

从领域相关人工智能向通用人工智能的征途

浙江大学计算机学院人工智能研究所 吴飞

2016年11月29日

人工智能的诞生

1956年，斯坦福大学John McCarthy教授、麻省理工学院Marvin Lee Minsky教授、卡内基梅隆大学Herbert Simon和Allen Newell教授（以上四位皆为图灵奖获得者）、信息理论之父贝尔实验室的Claude Elwood Shannon、IBM公司Nathaniel Rochester等学者在美国达特蒙斯（Dartmouth）学院首次确立了“人工智能”概念。

A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence

August 31, 1955

*John McCarthy, Marvin L. Minsky,
Nathaniel Rochester,
and Claude E. Shannon*

■ The 1956 Dartmouth summer research project on artificial intelligence was initiated by this August 31, 1955 proposal, authored by John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, and Claude Shannon. The original typescript consisted of 17 pages plus a title page. Copies of the typescript are housed in the archives at Dartmouth College and Stanford University. The first 5 papers state the proposal, and the remaining pages give qualifications and interests of the four who proposed the study. In the interest of brevity, this article reproduces only the proposal itself, along with the short autobiographical statements of the proposers.

guage, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer. The following are some aspects of the artificial intelligence problem:

1. Automatic Computers

If a machine can do a job, then an automatic calculator can be programmed to simulate the machine. The speeds and memory capacities of present computers may be insufficient to simulate many of the higher functions of the human brain, but the major obstacle is not lack

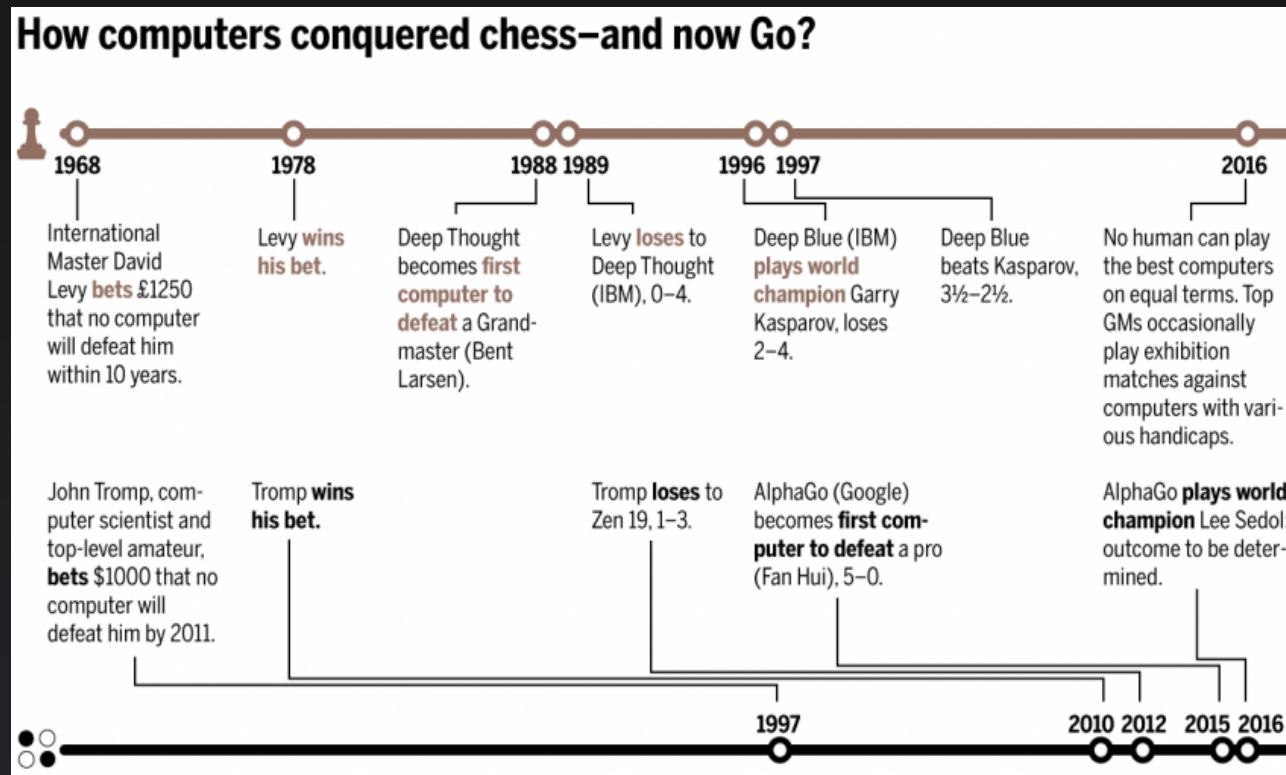
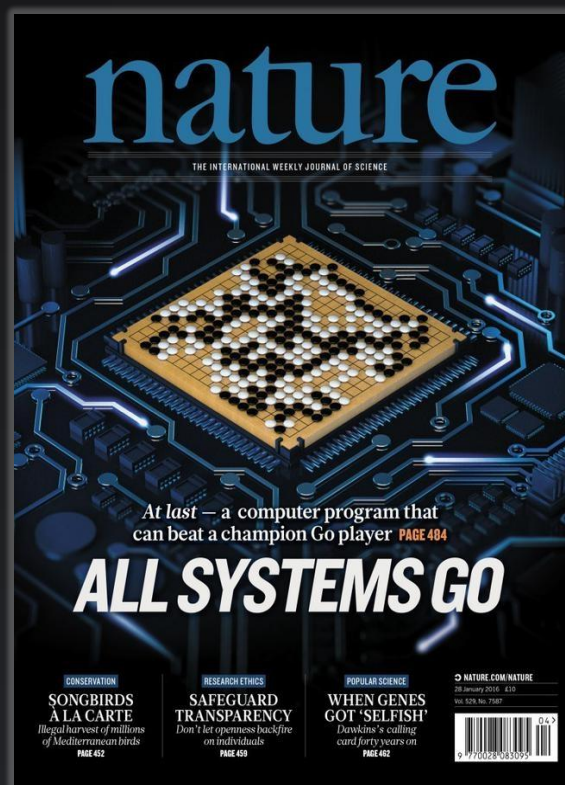
Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955, Dartmouth
(申请2个月、10个人的经费来进行人工智能研究)

人工智能的诞生

报告列举了人工智能需要研究如下七类问题

- Automatic Computers
- How Can a Computer be Programmed to Use a Language
- Neuron Nets
- Theory of the Size of a Calculation
- Self-improvement (学会学习能力)
- Abstractions (抽象能力)
- Randomness and Creativity (顿悟与创新)

从国际象棋到国际围棋：任务驱动的人工智能



David Silver, Aja Huang, et.al, Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, 529:484-498,2016

M. Campbell, A.J. Hoane, F.H.Hsu, Deep Blue, Artificial Intelligence,134:57–59,2002

从国际象棋到国际围棋：任务驱动的人工智能

博弈系统	硬件支撑	数据/知识支持	人工智能助力
Deep Thought and Deep Blue	大型机IBMRS/6000 SP， 250万围棋局面/秒的搜索能力(最大峰值330万/秒)	• 200万棋局 • 约8000种规则	穷举搜索
AlphaGo	服务器集群，1920 CPUs、 280 GPUs、Tensorflow软件结构	• 唯一规则：对获胜的棋局加以奖励 • 16万专业棋谱和3000万自我对弈棋谱	• 深度学习：视觉感知 • 强化学习：better than before • 蒙特卡洛树搜索：随机+精准

注：11月23日，日本超一流棋手赵治勋九段与新一代人工智能围棋程序DeepZenGo对决三局，以2:1取胜

从国际象棋到国际围棋：任务驱动的人工智能

须臾变化：

- 从规则驱动(深蓝)到数据驱动(AlphaGo) 的跃变
 - 即从数据中学习规则，而不依赖于手工构造的规则，使得智能行为具有一定的推广能力
- 从自顶向下决策(规则依赖)到自下而上决策(数据驱动)的跃变
 - 依赖规则：解释性强、规则完备性难以保证
 - 数据驱动：解释性差、依赖于有监督学习模式

领域相关的人工智能

机器在任务目标明确前提下具备超越人类智能的能力

硬件架构 + 以可枚举为核心的
解决该领域问题的学习算法 + 海量训练数据

领域相关的人工智能

跨界智能例子

改变领域数据：从游戏问答到
求诊问医

2016年8月东京大学医科学研究所
在IBM Watson中导入2000多万篇医学论文，其在10分钟左右就判断出连医生也很难判断的特殊白血病，拯救了一位60多岁的患者的生命

改变解决领域问题方法：从围棋
九段到节电大师

DeepMind机器学习算法通过控制谷歌公司数据中心风扇、制冷系统和窗户等120个变量，帮助谷歌公司将电力使用效率提升了15%，开始为谷歌公司挣钱（注：2010年全球数据中心电力消耗为2355亿度，约占全球电力消耗1.3%。谷歌公司电力消耗低于全球数据中心的 1%）

领域相关人工智能与通用人工智能

Strong AI/Artificial General Intelligence(AGI)：通用人工智能

Weak AI/Domain-specific Artificial Intelligence：领域相关人工智能

考霸

硬件架构

+

以可枚举为核心的
解决该领域问题的学习算法

+

海量训练数据

学霸

硬件架构

+

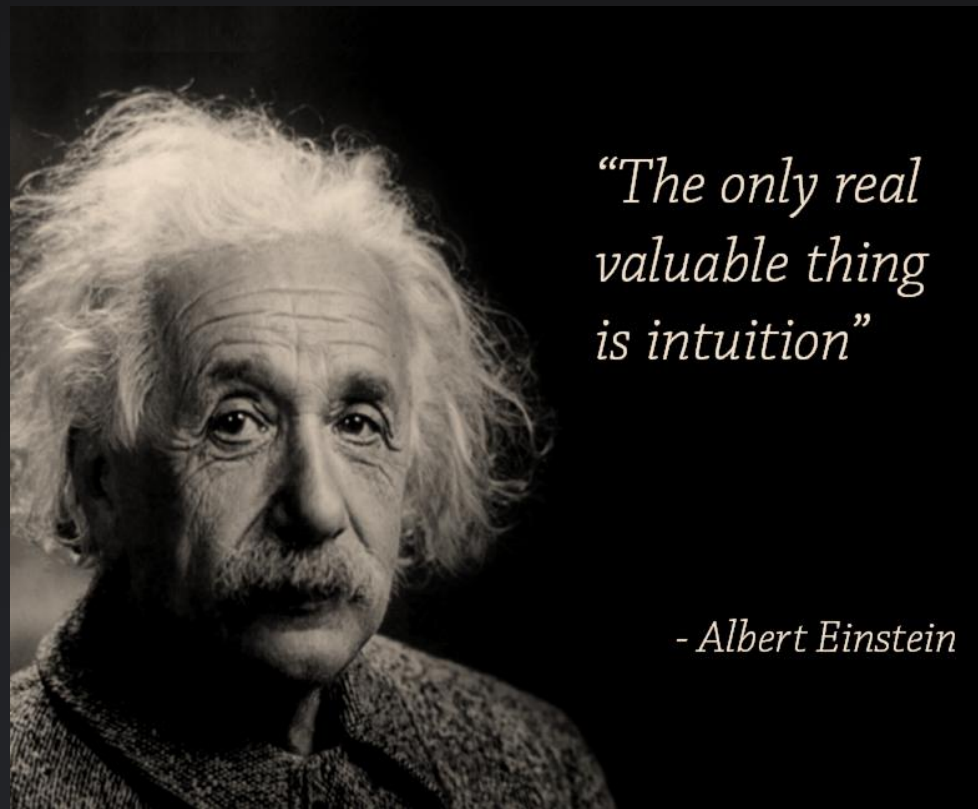
学会学习的能力

+

少量训练数据

迈向AGI (1)：符号知识与直觉顿悟的有机协同

- 机器学习：连续空间推导
- 符号推理：离散空间跳跃
- 相结合：创造力的涌现！
- Humans are the only species that combines **intuitive (implicit)** and **symbolic (explicit)** knowledge, with the dual capacity to transform the former into the latter and in reverse to improve the former with the latter's feedback.
- **Intuition:** The ability to understand something immediately, without the need for conscious reasoning



迈向AGI (1)：符号知识与直觉顿悟的有机协同

- 从任务式、刺激式的学习向探索式(直觉牵引)、自主式的学习跃升，如深度强化学习的引入
 - 学会学习的能力(learning to learn)



Reinforcement Renaissance,
Communications of the
ACM, 2016,59(8):12-14

- **强化学习**：Reinforcement learning is a model of learning where you're not given a solution—you have to discover it by trial and error...no explicit specification、open world、under-specified goal
- **深度强化学习**：深度学习+强化学习

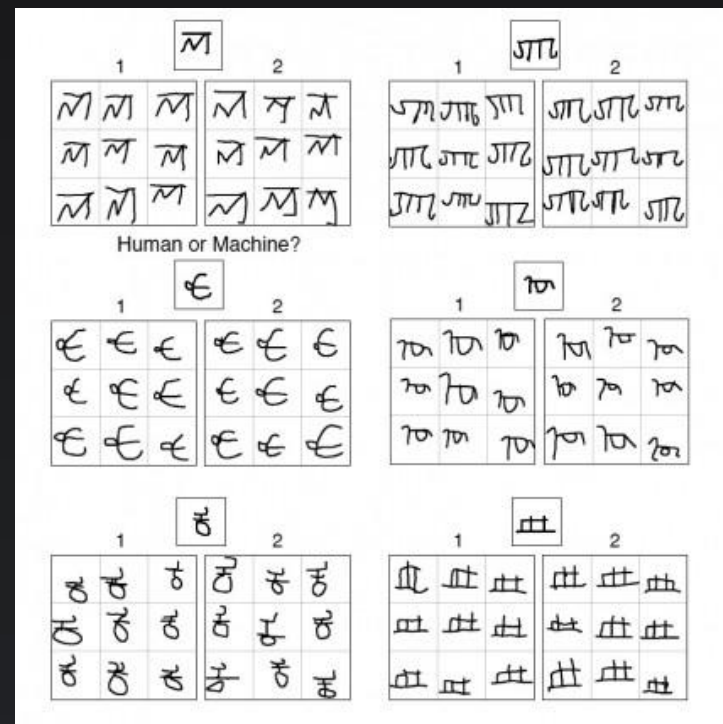
迈向AGI (1)：符号知识与直觉顿悟的有机协同

- 2010年以来，美国加州大学伯克利分校发起举办了 **AIIDE StarCraft AI Competition**（即机器人星际争霸游戏竞赛）。时至今日，人类游戏业余专家在星际争霸赛中一直以较大优势击败机器人游戏高手。原因在于，与人类游戏选手相比，机器人在观察对手战略后做出实时改变的能力较弱（strategy switching is weak）。
- **非完美信息博弈**：AlphaGo欲挑战《星际2》



迈向AGI (2) : 数据/知识依赖灵活

- 人类具有从极少量数据中归纳的能力
- 《科学》杂志发表了“仅从一个例子就形成概念”方法：概率规划归纳 (probabilistic program induction) :
 - 从小样本出发，利用层次化先验 (hierarchical prior) 以自动归纳、抽象训练数据里的高层次信息。说明了精致利用先验知识的重要性。

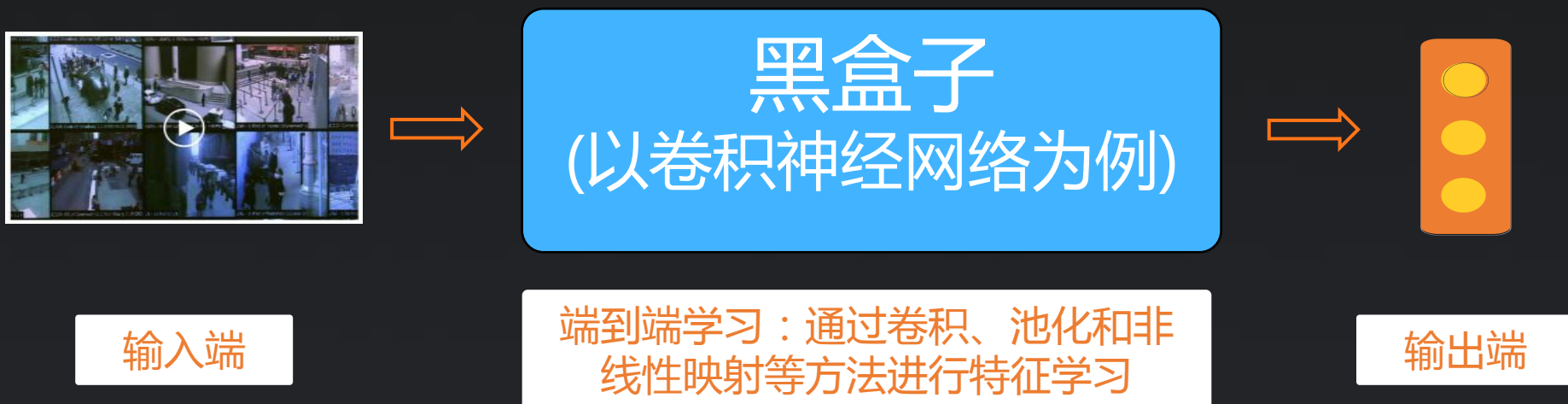


机器与人产生的作品
(机器的作品是1,2 ; 2,1 ; 1,1)

B. Lake, R. Salakhutdinov, J. Tenenbaum, Human-level concept learning through probabilistic program induction, Science, 2015, 350(6266):1332-1338

迈向AGI (2)：数据/知识依赖灵活

- 当前深度学习在视觉计算、自然语言处理和语音识别等方面展现了巨大优势
 - 从标注数据出发，通过误差后向传播来学习千万个或数十亿个参数，对无标注数据的利用(无监督学习)仍然是难点。



迈向AGI (3) : 迁移学习

- 将某一特定领域任务的能力迁移到另一特定领域：
 - 举一反三、触类旁通：如AlphaGo从围棋高手“跨界”成为节电大师？
 - DeepMind在 progressive NN方面的工作

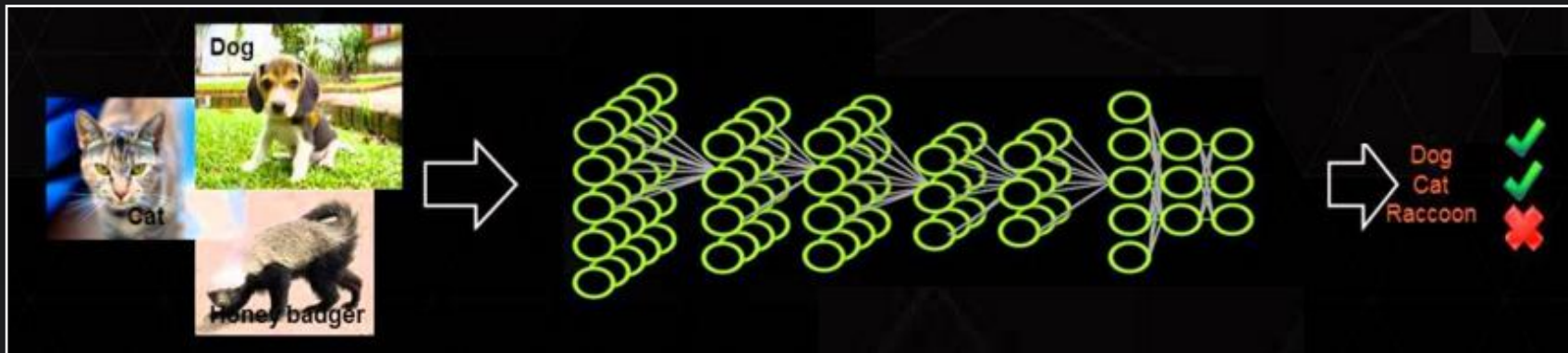
领域A

领域B

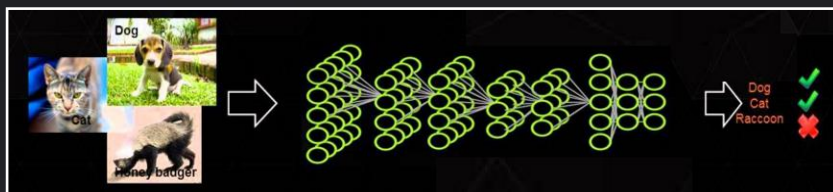
Andrei A. Rusu, Neil C. Rabinowitz, Guillaume Desjardins, Hubert Soyer, James Kirkpatrick, Koray Kavukcuoglu, Razvan Pascanu, Raia Hadsell, Progressive Neural Networks, arXiv:1606.04671

迈向AGI (4)：从深度学习到深度推理

- 有效利用注意力和记忆等机制，实现deep neural reasoning



深度学习



- 条件随机场
- 长短时记忆模型
- 随机森林

深度学习 + 推理模型

结论 (1)

□从领域相关人工智能迈向通用人工智能

- 直觉顿悟：创造力涌现
- 迁移学习：举一反三
- 数据依赖灵活：泛化能力强
- 深度推理：从计算到解析

从数据到知识 从知识到能力

结论 (2):人工智能正在改变人类生活

人工智能律师

无人车系统

聊天机器人

视觉识别与分类

机器翻译

实时语音识别

外骨骼机器人

增强虚拟现实

脑机交互与疾病康复

精准医疗与问诊

知识图谱与知识中心

AI 效应(AI effect)：人工智能某些领域研究一旦成熟，则不再称呼为人工智能，而只是一种计算机应用。(AI is whatever hasn' t been done yet)

希望出现更多的AI效应！



谢谢！