

Foundation of Artificial Intelligence

Prof. Fangshi Wang

Beijing Jiaotong University

Email: fshwang@bjtu.edu.cn

第1章 人工智能概述

- 1.1 人工智能的萌芽与诞生
- 1.2 人工智能的定义
- 1.3 人工智能的发展简史
- 1.4 人工智能的流派
- 1.5 人工智能研究的基本内容
- 1.6 人工智能的主要研究领域

1.1 人工智能的萌芽与诞生

1.1.1 人工智能的萌芽

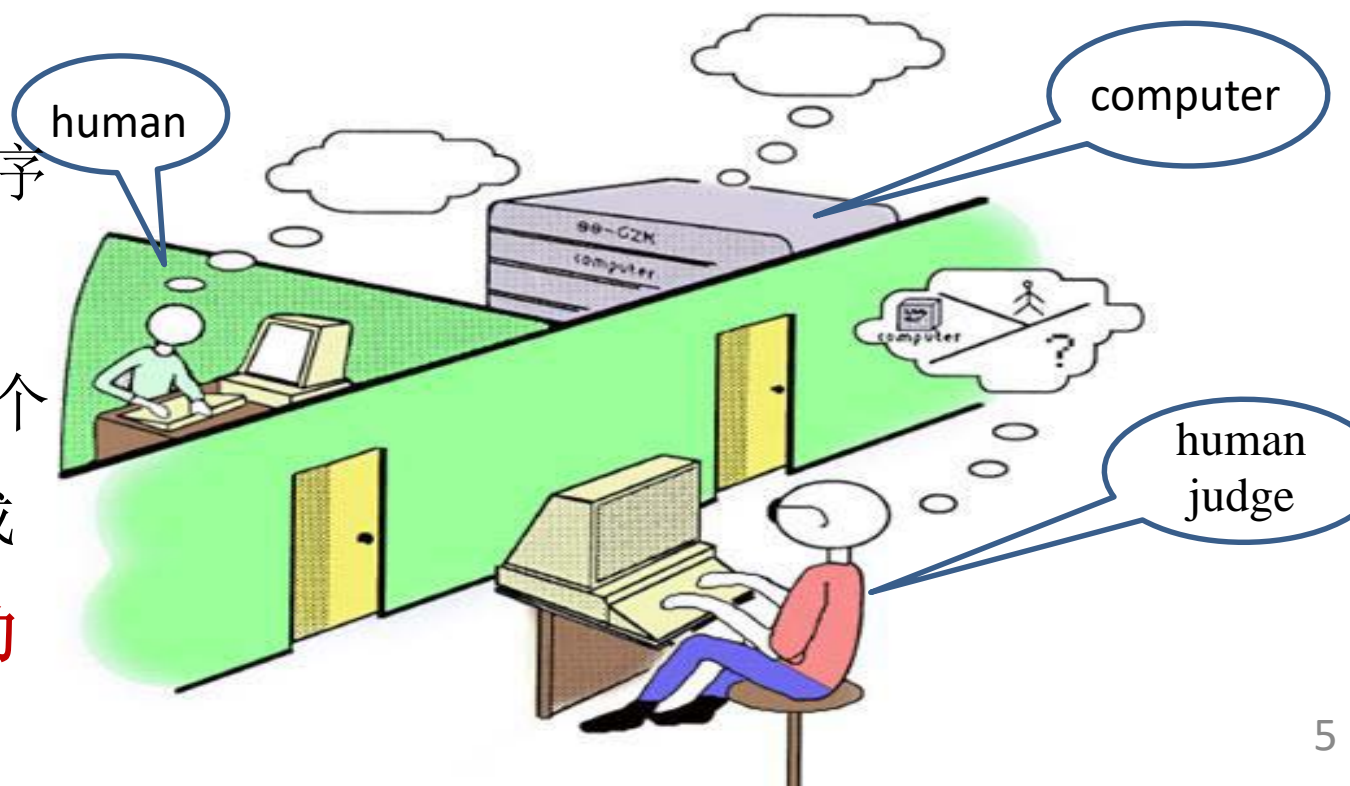
- ◆1936年，图灵提出了一种理想计算机的数学模型，即著名的**图灵机**，为现代电子数字计算机的问世奠定了理论基础。
- ◆1940-1942年间，美国爱荷华州立大学的阿塔纳索夫(J.V.Atanasoff)教授和他的研究生贝瑞(C.Berry)装配了世界上第一台电子计算机，命名为阿塔纳索夫-贝瑞计算机 (Atanasoff-Berry Computer, **ABC**)，为人工智能的研究奠定了物质基础。人们熟知的1946年诞生的ENIAC并非世界上第一台计算机。

1.1 人工智能的萌芽与诞生

- ◆ 1943年，美国神经生理学家沃伦·麦卡洛奇(W.McCulloch)与数理逻辑学家沃尔特·皮茨 (W.Pitts) 提出了**人工神经元**的概念，建立了第一个**神经网络模型**(M-P模型)，证明了本来是纯理论的图灵机可以由人工神经元构成，开创了微观人工智能的研究领域，为后续人工神经网络的研究奠定了基础。
- ◆ 1950年，图灵发表名为《计算机器与智能》的文章，论述并提出了著名的“**图灵测试**”，以此作为判断机器是否具有智能的标准。

图灵测试

- ◆ 分别让人和机器位于两个房间，看不见彼此。
- ◆ 如果人在提出一些书面问题之后，无法分辨这些书面回答究竟是来自于人还是一台计算机，则认为计算机通过了该测试。
- ◆ 图灵预言，到**2000年**，经过5分钟的问题测试之后，机器将能够**蒙骗30%的人类裁判**。
- ◆ 在相当长一段时间内，**“图灵测试”被认定为是人工智能水平的标准测试模型**。
- ◆ 每年都要举办图灵测试，结果都是：程序还不能欺骗经验丰富的仲裁者。
- ◆ **直到2014年**，在图灵测试的比赛中，一个名为“尤金”的聊天机器人在5分钟内成功**骗过了30%的测试者，首次超过28%的人均线**。



Alan Turing（阿伦·图灵）

1912年6月23日—1954年6月7日

- ◆ 计算机科学理论的创始人
- ◆ 英国数学家、逻辑学家、计算机科学家和密码学家
- ◆ 计算机科学之父，人工智能之父



除了**图灵测试**，图灵还提出了著名的**图灵机模型**，它是冯诺依曼计算机的理论模型，为现代计算机的逻辑工作方式奠定了基础。

Alan Turing（阿伦·图灵， 1912--1954）

- ◆ 1931年，图灵考入剑桥大学国王学院，由于成绩优异而获得数学奖学金。
- ◆ 1936到美国普林斯顿大学读博，1938年获博士学位，博士论文“以序数为基础的逻辑系统”，1939年正式发表，在数理逻辑研究中产生了深远的影响。
- ◆ 1938年夏，图灵回英国剑桥大学国王学院任研究员
- ◆ 1939年秋，应召到英国外交部通信处工作，破译敌方密码，参与了世界上最早的电子计算机的研制工作。
- ◆ 二战爆发后曾协助军方破解德国的著名密码系统Enigma，帮助盟军取得了二战的胜利。
- ◆ 1945年，工作杰出成就获政府最高奖——大英帝国荣誉勋章（O. B. E. 勋章）。
- ◆ 1952年，全职在曼彻斯特大学工作。

Alan Turing（阿伦·图灵， 1912--1954）

- ◆ 二战结束后，图灵因同性恋倾向在当时的英国遭受歧视，被政府定罪，被指控“gross indecency”，即严重猥亵（罪），被迫接受“治疗”，职业生涯结束，
- ◆ 1954年6月7日，图灵被发现死于家中的床上，床头放着一个被咬了一口的苹果，其中含有氰化物，警方调查后结论为服毒自杀。
- ◆ 直到2013年12月24日，英国司法部长宣布：图灵当时受到的判决“不公，有歧视”，现已获得女王伊莉莎白二世的赦免，称“女王的赦免是对这位优秀人物的献礼”。
- ◆ 同时，英国前首相卡梅伦表示：图灵在二战时破解德军密码、拯救国家上发挥了关键作用，是一个“了不起的人”。



- ◆ 2015年上映的电影《模仿游戏》，改编自《阿伦·图灵传》。
- ◆ 这部电影展现了图灵作为密码学家在二战中的杰出贡献，主要讲述了他协助盟军破译德国密码系统，从而扭转二战战局的经历。

Turing Award（图灵奖）

- ◆ 1966年，为纪念图灵的杰出贡献，ACM设立图灵奖，专门奖励那些对计算机科学作出重要贡献的个人。
- ◆ 图灵奖对获奖者的要求极高，评奖程序极严，一般每年只奖励一名计算机科学家，只有极少数年度有两名或3名在同一方向上做出贡献的科学家同时获奖。
- ◆ 每年3月下旬颁发上一年的图灵奖。
- ◆ “图灵奖”的奖金数额从20万-25万-100万美元，它是计算机界最负盛名的奖项，有“**计算机界诺贝尔奖**”之称。
- ◆ 图灵奖的奖金在设奖初期为20万美元，1989年起增到25万美元。奖金通常由计算机界的一些大企业提供（通过与ACM签订协议），目前图灵奖奖金由Google公司赞助，为100万美元。
- ◆ 从1966年至2021年，共计有**70**多名科学家获此殊荣，其中美国学者最多。
- ◆ 截止至2020年，获此殊荣的**华人仅有1位**，他是**2000年**图灵奖得主**姚期智**（现在清华大学交叉信息研究院、香港中文大学）。

Chinese Room (中文屋)

- ◆ 现在仍有许多人将**图灵测试**作为**衡量机器智能的准则**，但也有许多人认为图灵测试仅仅反映了结果，没有涉及思维过程。
- ◆ 认为：即使通过了图灵测试，也不能认定机器就有智能。
- ◆ 针对图灵测试，美国哲学家约翰·塞尔勒在1980年设计了“**中文屋思想实验**”。
- ◆ “中文屋”是一个思想实验，也被称为塞尔勒的中文屋论证。
- ◆ 它是由**美国哲学家约翰·塞尔勒**早在**1980年**发表在《行为与大脑科学》杂志上的论文“智力、头脑与规划”中提出的。
- ◆ 试图揭示计算机绝不能描述为有“智力”或“知性”，不管它多么智能。



John R. Searle

约翰·塞尔勒

Slusser Prof. of
Philosophy, UC Berkeley.

“斯拉瑟”哲学教授

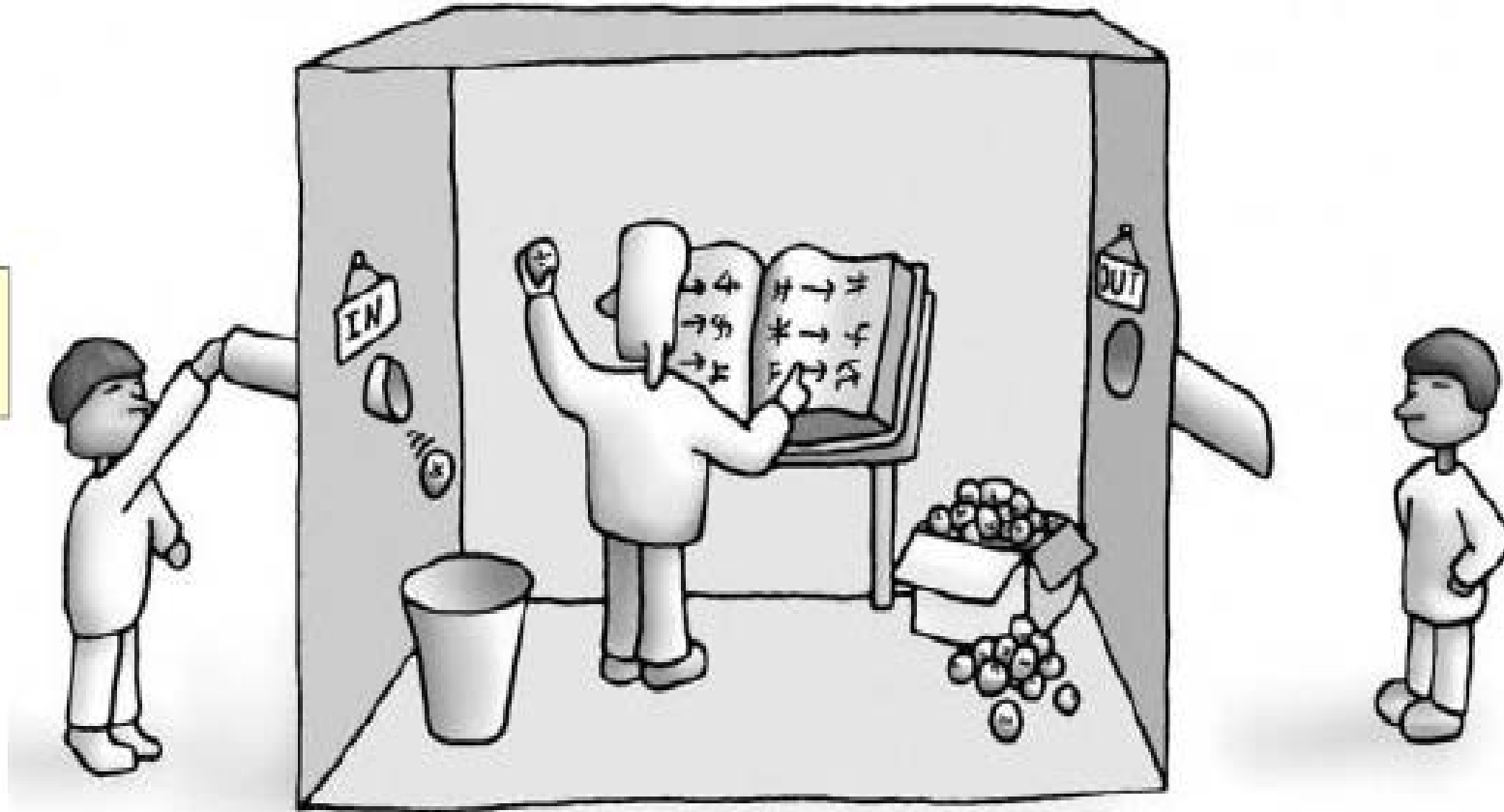
塞尔勒的中文屋 Chinese Room

- ◆ 他设想他独自在一个房间，操作一套计算机程序来应付从门缝下塞进来的中文字符。
- ◆ 他对中文一窍不通，然而，正如同计算机所做的那样，通过操作处理符号和数字，他生成了合适的中文字符串，从而蒙骗了屋外的人，以为屋内有一个精通中文的人。
- ◆ 唯一的**结论**是，按程序运行的计算机可以使它看起来理解了语言，但**并没有产生真正的理解**。
- ◆ 由此他断定，**图灵测试的结论是不充分的**。

塞尔勒的中文屋子Chinese Room

我抢到了红包！

I got the red envelope.



恭喜发财！

May you be happy and prosperous!

不管是谁、无论如何，在房间里的一定是个聪明的精通中文的人！
通过了图灵测试，就具有智能了吗？

1.1.2 人工智能的诞生

- ◆ 1956年的“达特茅斯夏季人工智能研究计划”会议，是被广泛公认的**人工智能诞生地**。
- ◆ 达特茅斯学院位于美国新罕布什尔州 汉诺威市。
- ◆ 洛克菲勒基金会资助每个代表1200美元以及外地代表往返车票。
- ◆ **达特茅斯会议**历时长达两个多月，会上经**麦卡锡**提议，正式采用“**人工智能**”这一术语，标志着人工智能学科正式诞生。**麦卡锡**因而被称为**人工智能之父**。

10名与会者

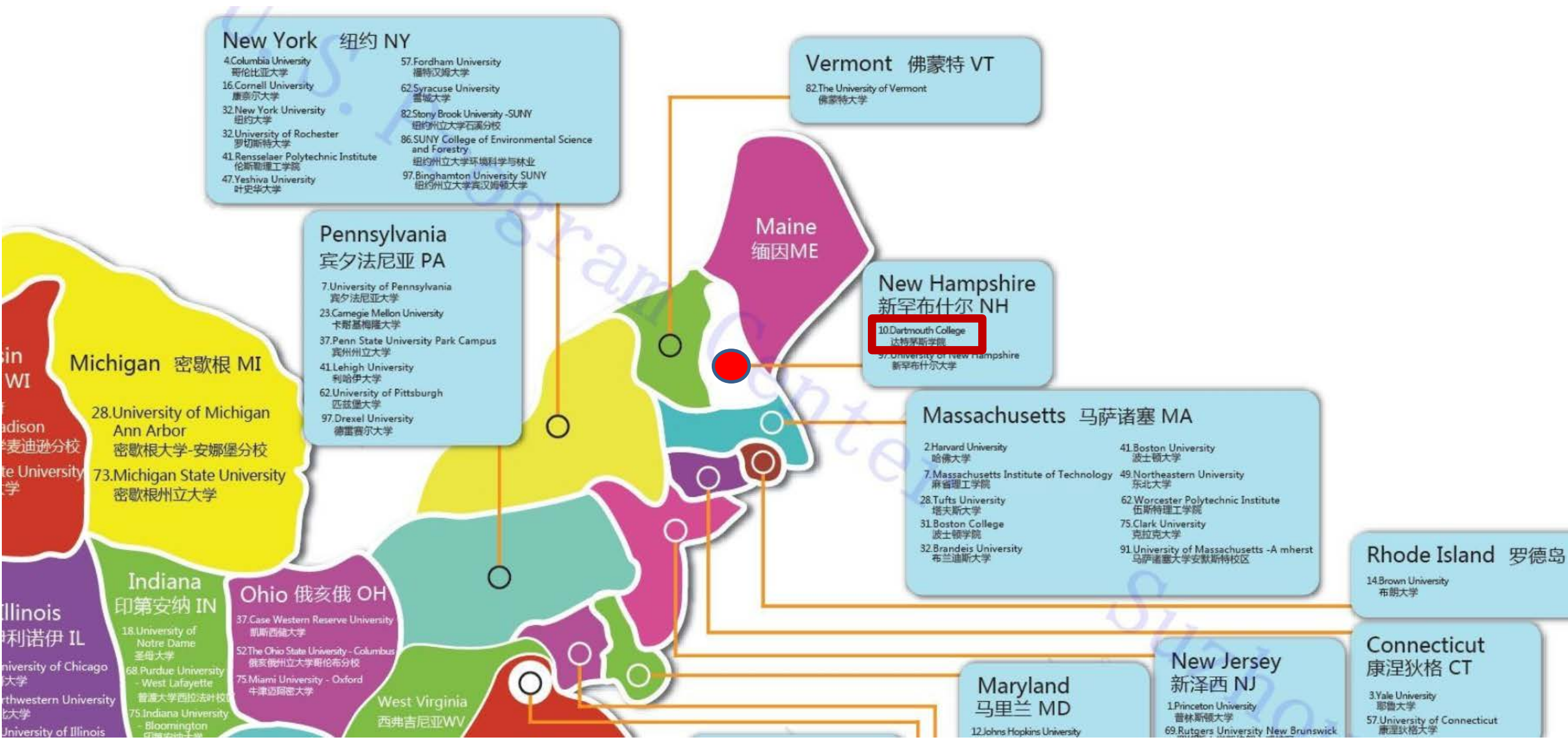
◆ 4 名发起人：

- J. **McCarthy**：达特茅斯学院数学助理教授
- M. L. **Minsky**：哈佛大学数学与神经学初级研究员
- N. Rochester：IBM信息研究经理
- C.E. Shannon：贝尔电话实验室数学家，信息论的创始人

◆ 6名参会者： A. **Newell** and Herbert. A. **Simon**：卡内基.梅隆大学 T. More, A. Samuel (编写了第一个电脑跳棋程序)：IBM公司 O. Selfridge, R. Solomonff：麻省理工学院

◆ 这些青年学者的研究专业包括数学、心理学、神经生理学、信息论和计算机科学，分别从不同的角度共同探讨人工智能的可能性。

Where is Dartmouth College? 1956



达特茅斯会议10位与会者

1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



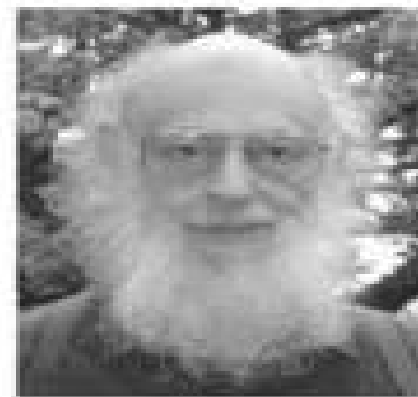
John MacCarthy



Marvin Minsky



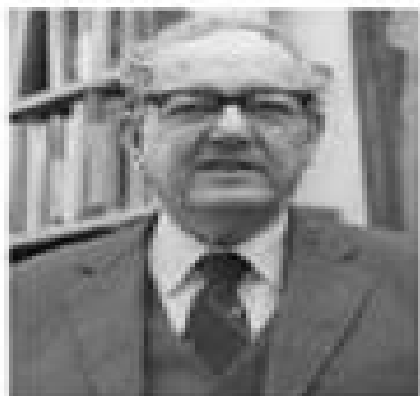
Claude Shannon



Ray Solomonoff



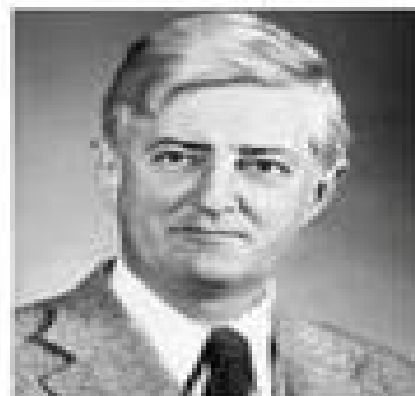
Alan Newell



Herbert Simon



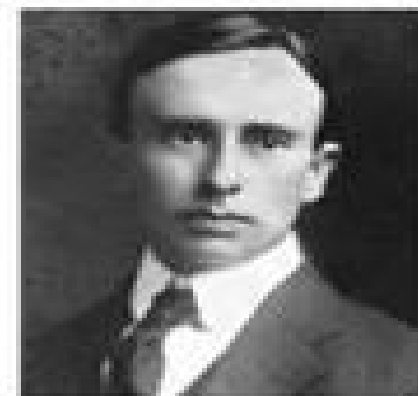
Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



Trenchard More

Founding fathers of AI. Courtesy of scienceabc.com

达特茅斯会议50年后，5位与会者合影



2006年重聚，左起：**摩尔**、麦卡锡、明斯基、**塞弗里奇**、所罗门诺夫

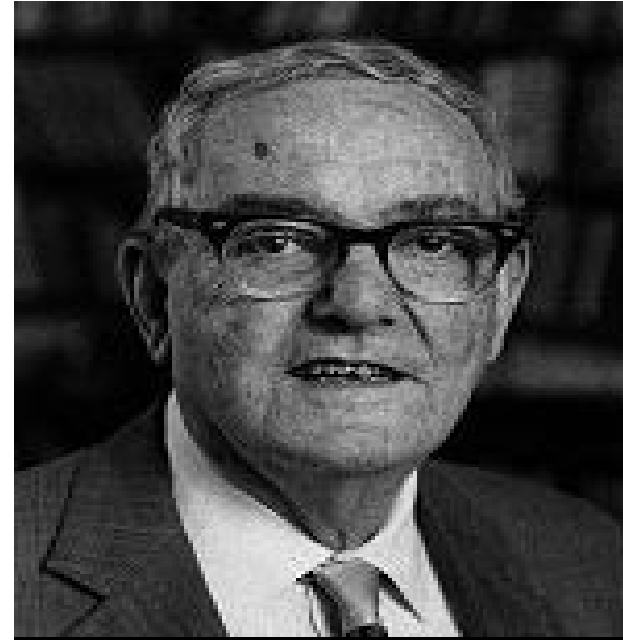
Turing Award winners



Marvin Lee Minsky
1969



John McCarthy
1971



Herbert A. Simon
1975



Allen Newell
1975

The A.M. Turing Award was established in 1966.



(1) 马文·明斯基 (Marvin Lee Minsky) 1927-2016

人工智能之父

1975年首创框架理论（知识表示的一种方法）

1969年，首位获得**图灵奖**的人工智能学者

马文·明斯基 (Marvin Lee Minsky)

- ◆ 1927年出生于美国纽约
- ◆ 1946年他进入哈佛大学主修物理
- ◆ 1950年毕业后进入普林斯顿大学攻读博士学位
- ◆ 于1954年以“神经网络和脑模型问题”为题完成了博士论文，获得医学博士学位。
- ◆ 1951年提出思维如何萌发并形成的基本理论，基于这一理论，他建立了一种名为SNARC(Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator) 的学习机器，这是世界上第一个神经网络模拟器。
- ◆ 1956年将 SNARC带到达特茅斯会议上，成为3个亮点之一。
- ◆ 1958年从哈佛转入MIT，创建世界上第一个AI实验室（同时麦卡锡也从达特茅斯转入MIT，一起联合创建）



(2) 约翰·麦卡锡 (John McCarthy) 1927-2011

- 人工智能之父
- 首次提出“人工智能”的概念
- LISP 语言的发明者
- Won **Turing Award** in **1971**

LISP语言(LISP, List Processing的缩写)是一种早期开发的、具有重大意义的表处理语言。它适用于符号处理、自动推理、硬件描述和超大规模集成电路设计等。特点是,使用表结构来表达非数值计算问题,实现技术简单。LISP语言已成为最有影响,应用广泛的AI语言。

约翰·麦卡锡 (John McCarthy)

- ◆ 1927年出生于美国波士顿
- ◆ 1948年获得加州理工学院数学学士学位
- ◆ 1951年获得普林斯顿大学数学博士学位
- ◆ 1958年与明斯基一起到MIT，创建了世界上第一个人工智能实验室
- ◆ 提出 $\alpha-\beta$ 剪枝算法-----pruning;
- ◆ 1956年将“状态空间搜索法”带到达特茅斯会议上，成为3个亮点之一。
- ◆ 1958，发明LISP编程语言（该语言至今仍在人工智能领域广泛使用）
- ◆ 开创逻辑程序研究，用于程序验证和自动程序设计
- ◆ 1960左右，提出计算机分时(time-sharing)概念
- ◆ 1971年获得图灵奖

麦卡锡在斯坦福大学的人工智能实验室



截图(Alt + A)

- 1962年离开MIT
- 1962年-2000年底在斯坦福大学担任教授，退休后成为名誉教授。
- 他的博士：**Raj Reddy**

(3) 赫伯特·西蒙 (Herbert A. Simon, 1916-2001)



- 符号主义学派的创始人
- 爱好广泛的全能科学家
- 1975年,与他的博士**Newell**共同获得图灵奖
Ph.D student.
- 1978年, 获得诺贝尔经济学奖
- 中国科学院外籍院士

Herbert A. Simon (1916-2001)

- ◆ 1916年出生于美国的威斯康辛州
- ◆ 1936年(20岁)获芝加哥大学政治学学士（16岁时靠家里的关系，走后门进入名校芝加哥大学，在顶级学府继续不干正事，弹琴、画画、旅行，甚至找人打架...他大学时唯一拿了优的课程是 拳击 ...）
- ◆ 1943年获匹兹堡大学政治学博士学位
- ◆ 1949年，33岁的西蒙被派遣到一所当时全美排名后100的大学--卡内基梅隆大学。
- ◆ 在CMU，先是任行政学与心理学教授（1949~1955），教授经济学课程，但是此时的他对计算机感兴趣。
- ◆ 他想知道人类的逻辑能不能被套用到机器上，于是决定认真研究计算机科学！后来任计算机科学与心理学教授。

赫伯特·西蒙 (Herbert A. Simon)

- ◆ 50年代至60年代初，他成功开发出一个叫“**逻辑理论家**”（**Logic Theorist --LT**）的程序，被誉为世界上**第一个人工智能程序**。
- ◆ LT证明了《数学原理》第二章中的全部52个定理，开创了**机器定理证明**这一新的学科领域。
- ◆ 简单来说就是：能模拟人类解决问题时的思考过程
- ◆ 这个程序**第一次证明了**：AI之父**图灵**的猜想——即**机器可以具有智能**。
- ◆ 1956年将 LT带到达特茅斯会议上，成为3个亮点之一。

赫伯特·西蒙 (Herbert A. Simon)

- ◆ 60年开发了“通用问题求解系统” (General Problem Solver, GPS)
- ◆ 1966年开发了下棋程序MATER
- ◆ 1970年发展与完善了语义网络的概念和方法
- ◆ 70年代提出了“物理符号系统假说”
- ◆ 70年代提出决策过程模型，成为决策支持系统的核心内容



(4) 艾伦·纽厄尔 (Allen Newell) (1927 — 1992)

- ◆ 符号主义学派的创始人之一
- ◆ 西蒙的学生与同事
- ◆ 1975年与西蒙同获图灵奖

Allen Newell (1927 — 1992)

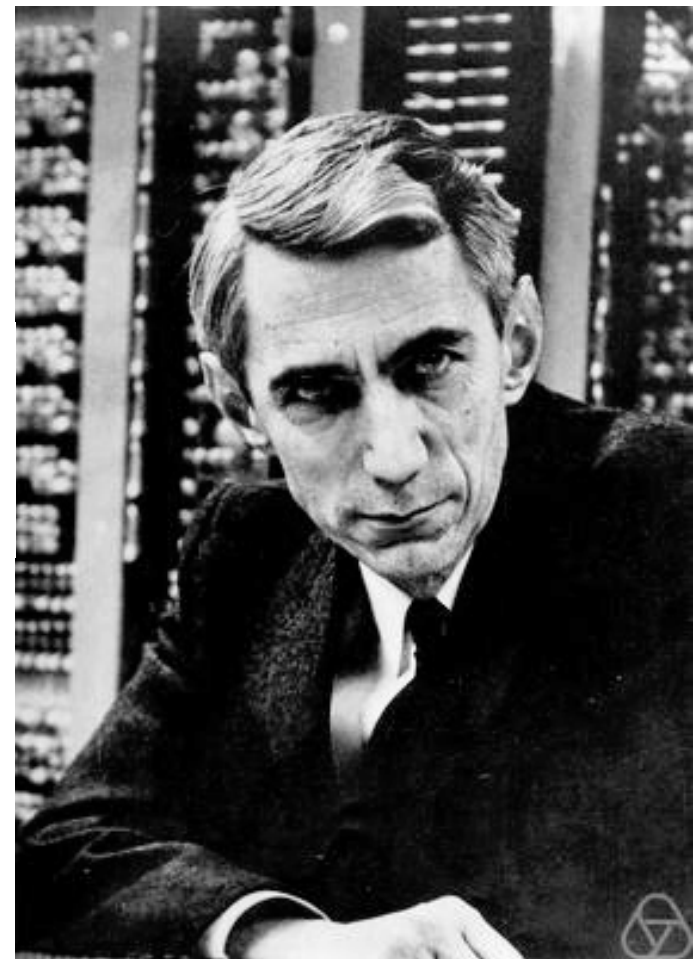
- ◆ 1949年毕业于斯坦福大学，物理专业
- ◆ 之后他在普林斯顿大学研究生院攻读数学，一年以后辍学到RAND公司工作，和空军合作开发早期预警系统。
- ◆ 1957年获卡耐基梅隆大学**博士学位，导师：西蒙**
- ◆ 与卡内基—梅隆大学的西蒙合作，成功地开发了**最早的启发式程序“逻辑理论家”（LT）和“通用问题求解器”（GPS）**。
- ◆ 在开发逻辑理论家的过程中，他们首次提出并成功应用了**单链表**作为基本的数据结构。

香农 Claude E. Shannon (1916-2001)

信息论与数字通讯的鼻祖.

Definition: The *entropy* $H(X)$ of a discrete random variable X is defined by

$$H(X) = - \sum_{x \in \mathcal{X}} p(x) \log p(x) .$$



AI领域图灵奖获得者

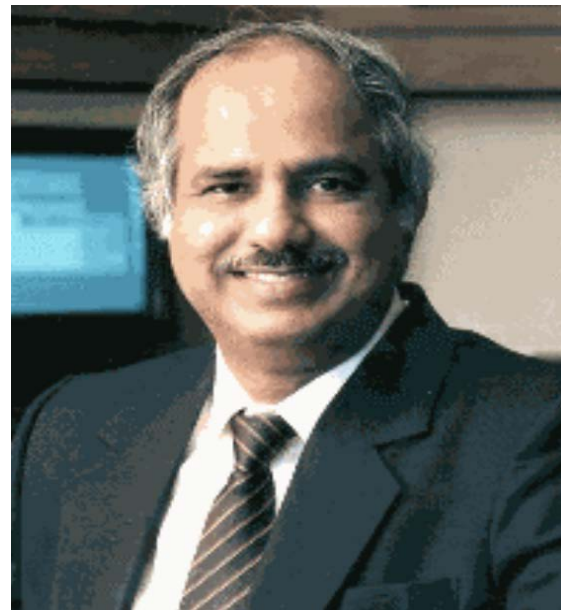
- ◆ In 1985, **Richard M. Karp**, branch and bound law (分支限界法), travel salesman problem (旅行商问题 / 汉密尔顿回路) .
- ◆ 1994, **Edward Feigenbaum** + **Raj Reddy**, pioneer of large-scale AI systems
- ◆ 2011, **Judea Pearl**, proposing probabilistic and causal reasoning algorithms (概率和因果性推理演算法), changing the direction of artificial intelligence based initially on rules and logic (彻底改变了人工智能最初基于规则和逻辑的方向)



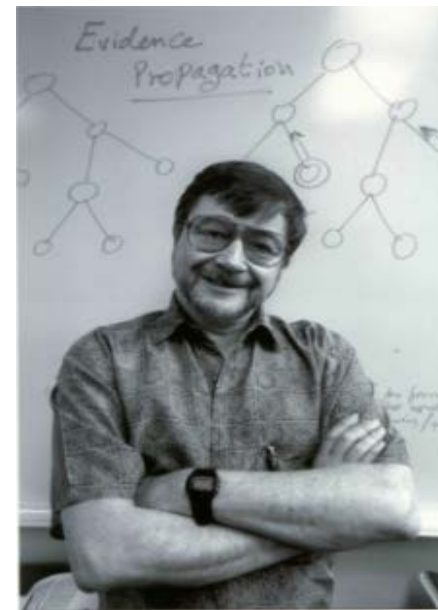
1985



1994



1994



2011

爱德华·费根鲍姆 (Edward A. Feigenbaum)



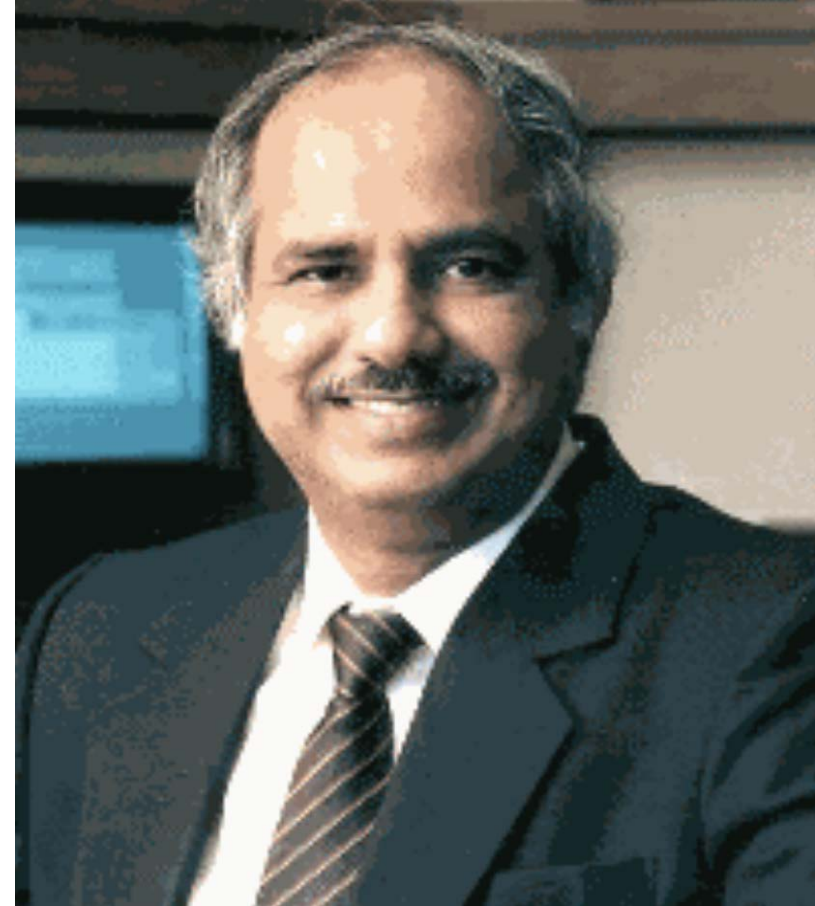
- ◆ 1936年出生于美国的新泽西州
- ◆ 1956年CMU本科
- ◆ 1960年博士
- ◆ 博导： Herbert A. **Simon**
- ◆ 1977年提出**知识工程**，使人工智能**从理论转向应用**，大规模人工智能系统开拓者
- ◆ 名言：**知识蕴藏着力量**(In the Knowledge lies the power.)
- ◆ **1994年**和**劳伊·雷迪**共同获得**图灵奖**

爱德华·费根鲍姆

- ◆1963年主编了《计算机与思想》一书，被认为是世界上第一本有关人工智能的经典性专著
- ◆1965年开发出世界上第一个专家系统DENDRAL， DENDRAL中保存着化学家的知识和质谱仪的知识，可以根据给定的有机化合物的分子式和质谱图，从几千种可能的分子结构中挑选出一个正确的分子结构。
- ◆后来开发出著名的医疗专家系统MYCIN，用于帮助医生诊断传染病和提供治疗建议。
- ◆80年代合著了四卷本的《人工智能手册》
- ◆开设Teknowledge 和 IntelliGenetics 两个公司，是世界上第一家开发专家系统并将其商品化的公司。

拉吉·雷迪 (Raj Reddy)

- ◆ 1937年出生于印度
- ◆ 1958年获得印度大学学士学位;
- ◆ 获澳大利亚新南威尔士大学硕士学位
- ◆ 1966年获美国斯坦福大学获得博士, **博导:**
"人工智能之父"John **McCarthy**
- ◆ 1994年与**费根鲍姆**共同获得图灵奖
- ◆ 雷蒂自称是“第二代的人工智能研究者”
- ◆ 大型人工智能系统的开拓者
- ◆ 在CMU培养的著名**博士生: 李开复**, 用统计学方法解决‘不特定语者、大词汇、连续性语音识别’



拉吉·雷迪 (Raj Reddy)

◆主持过一系列大型AI系统的开发

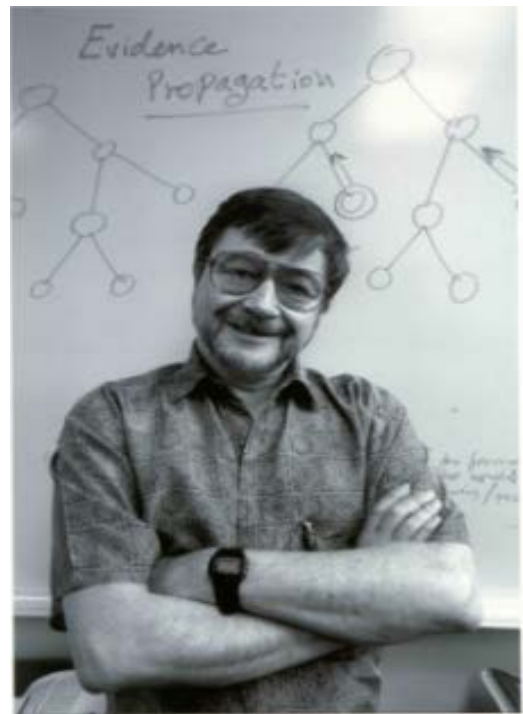
- Navlab: 开发能在道路上行驶并可跨越原野的自动驾驶车辆
- LISTEN 用于扫盲的语音识别系统, 可以"听"孩子念课文, 念错了或不会念时提供帮助
- 以诗人但丁命名的火山探测机器人项目

◆1969年, Raj Reddy 移居匹兹堡, 加入CMU

◆在CMU主要研究方向: 语音识别、图像识别、计算机传感器、人机交互等, 他希望计算机不仅能学习人类知识, 更能掌握人类自然语言、模拟人类认知能力

Judea Pearl（朱迪亚·伯尔）

- ◆ 1960年，以色列理工学院**本科**毕业；
- ◆ 1961年，美国罗格斯大学**硕士**毕业；
- ◆ 1965年，在布鲁克林理工学院获得电气工程**博士学位**
- ◆ 1970年加入了加州大学洛杉矶分校的工程学院，开始研究概率人工智能。被称为“**贝叶斯网络之父**”。



- ◆ 80s他带头推动机器以概率的方式进行推理。**2011年，荣获图灵奖**，奖励他在人工智能领域的基础性贡献，他提出概率和因果性推理演算法，彻底改变了人工智能最初基于规则和逻辑的方向。
- ◆ NIPS 2017，《**机器学习的理论障碍**》正是关于Judea Pearl对机器学习特别是深度学习背后理论的思考。
- ◆ 他指出，人工智能的发展已经受到阻碍，因为它不能完全理解智能的真正含义。“深度学习所取得的所有令人印象深刻的成就都只是曲线拟合₃₀。”

2019-3-27 图灵奖获得者：DNN的三大奠基人、巨头

- ◆ 2019年3月27日，ACM宣布，深度学习的三位创造者Yoshua Bengio, Yann LeCun, 以及Geoffrey Hinton 获得了2018 年的图灵奖。
- ◆ 2019年6月15日在加利福尼亚州旧金山举行的年度颁奖晚宴上颁发了2018年图灵奖，奖金100万美元。
- ◆ 奖励他们提出了深度学习的基本概念，在实验中发现了惊人的结果，也在工程领域做出了重要突破，帮助深度神经网络获得实际应用。

2019-3-27 图灵奖获得者：DNN的三剑客、三巨头



Geoffrey Hinton（1947-12-6生于英国）

人工智能教父

神经网络之父

深度学习鼻祖

谷歌大脑团队神级人物

多伦多大学向量学院首席科学顾问

美国人工智能协会AAAI院士

Yann LeCun（60.7.8生）

杨立昆 / 燕乐存

出生于法国，居里大学博士

卷积神经网络之父

多伦多大学Geoffrey Hinton

实验室的博士后

美国工程院院士、**Facebook**

人工智能研究院院长、

纽约大学Sliver教授

Yoshua Bengio（64年生）

出生于巴黎

在加拿大蒙特利尔长大，

任教于蒙特利尔大学

Bengio坚持与他的神经网络为伍

最后一个学术纯粹主义者

1.2 人工智能的定义

- ◆ 在计算机科学中，**人工智能**（AI），有时也称为**机器智能**，是用人工的方法在机器（计算机）上实现的智能；或者说是人们使机器具有类似于人的智能。
- ◆ AI是机器或软件所展现的智能.
- ◆ AI也是学术研究领域的名称.
- ◆ **AI研究**如何制造出智能的机器或系统，使之具有**智能**的行为，来模拟人类的智能活动。

1.2 人工智能的定义

AI的定义并未统一，有三个最常见的人工智能定义：

- ◆ **第一个**是明斯基提出的，即“人工智能是一门科学，是使机器做那些人需要通过智能来做的事情”。
- ◆ **第二个**是尼尔森提出的“人工智能是关于知识的科学--怎样表示知识以及怎样获得知识并使用知识的科学”，所谓“知识的科学”就是研究知识表示、知识获取和知识运用的科学。
- ◆ **第三个**是温斯顿教授提出的“人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作。”

人工智能

现阶段，我们可以用**谭铁牛**的一段话来描述人工智能：

◆人工智能是研究开发能够模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

◆人工智能的研究目的是促使智能机器：

- **会听**（语音识别、机器翻译等）、
- **会看**（图像识别、文字识别等）、
- **会说**（语音合成、人机对话等）、
- **会思考**（人机对弈、定理证明等）、
- **会学习**（机器学习、知识表示等）、
- **会行动**（机器人、自动驾驶汽车等）。

人工智能分类

人工智能大致分为两大类：**弱人工智能**和**强人工智能**。

- ◆ **弱人工智能**(weak artificial intelligence)是能够完成某一特定领域中某种特定具体任务的人工智能。
- ◆ **强人工智能**(strong artificial intelligence)也称为**通用人工智能**，是具备与人类同等智慧，或超越人类的人工智能，能表现正常人类所具有的所有智能行为。
- ◆ 人工智能在某些方面很容易超越人类，例如数学计算、博弈、知识记忆等，但它只能解决一两个特定问题，无法像人类一样能解决各种各样的问题。目前人工智能的研究及应用均聚焦于这类弱人工智能。

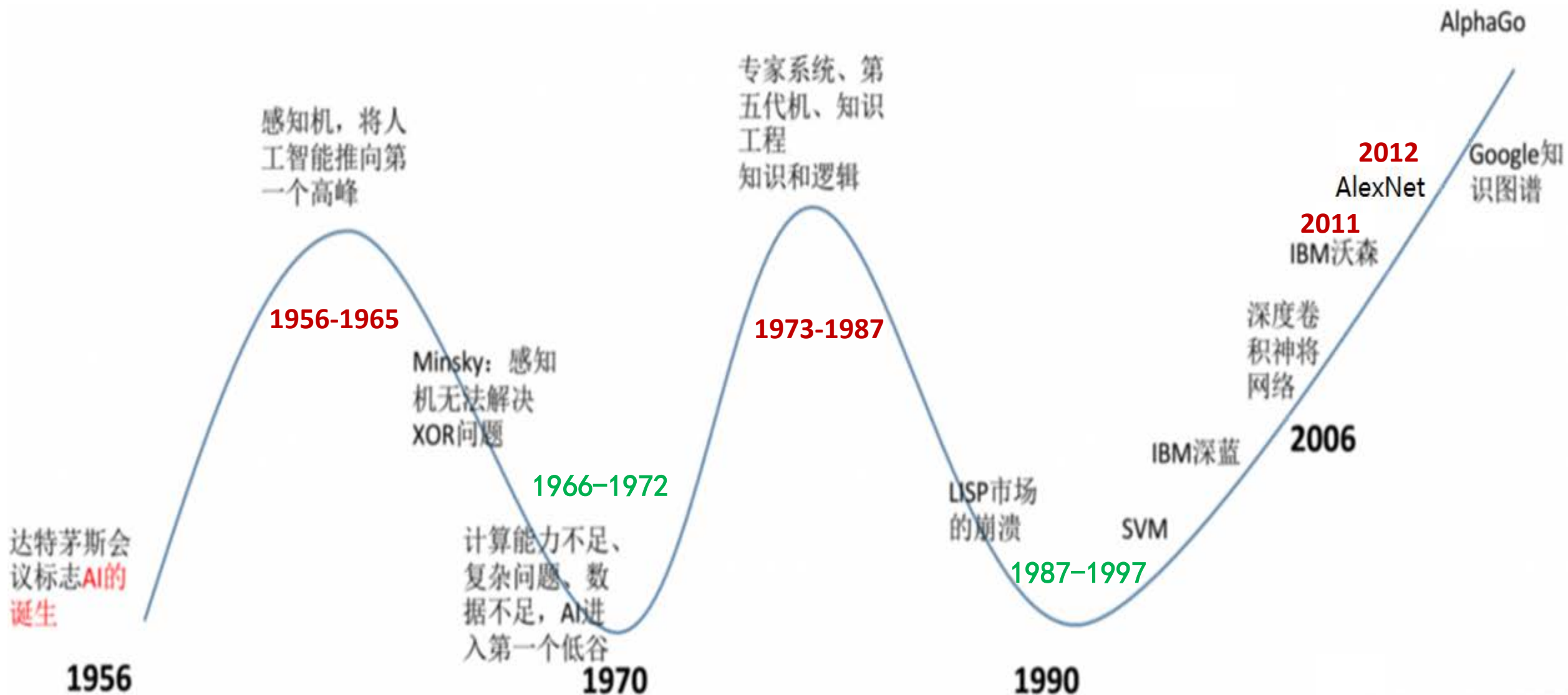
1.3人工智能的发展简史

- (1) 1930s-1956: AI的孕育期
- (2) 1956年: 人工智能诞生
- (3) 1956- 1960s中期: 通用方法时代 (黄金期)
- (4) **1960年代中期-1970年代初: 第一个寒冬期**
- (5) **1970年代初-1980年代末: 专家系统与知识工程时代 (繁荣期)**
- (6) **1980年代末-1997: 第二个寒冬期**
- (7) 1997-2011: AI的复苏期
- (8) 2012至今: AI的蓬勃发展期

《机器学习的理论障碍》 **第三个寒冬是否就要到来?**

人工智能发展曲线

命运多舛！三起两落！前途无量？无亮？



1956– 1960s中期: The Golden Years

达特茅斯会议后，美国形成了多个人工智能研究组织，如：

- 纽厄尔和西蒙的Carnegie RAND协作组，
- 明斯基和麦卡锡的MIT研究组，
- 塞缪尔的IBM工程研究组等。

1956–1960s中期: The Golden Years

◆在定理证明方面

- 1956年赫尔伯特.西蒙和纽厄尔等人研发了世界上最早的启发式程序“**逻辑理论家**”（LT, Logic Theorist），成为达特茅斯会议上唯一可以工作的人工智能软件。
- 1956年9月，IBM公司的物理学博士格伦特尔（Herbert Gelernter）开发了一个平面几何定理证明程序，可以证明一些棘手的几何定理。
- 1958年夏天，美籍华人数理逻辑学家王浩编制的程序在 IBM-704计算机上用不到5分钟的时间证明了罗素的《数学原理》中关于“命题演算”的全部220条定理。1959年，王浩的改进程序用8.4分钟证明了上述220条定理及有关一阶谓词演算的绝大部分定理（全部定理150条中的120条）。
- 1965年鲁滨逊 (J.A.Robinson)提出了归结原理，在定理的机器证明方面做出了突破性的成就。

1956–1960s中期: The Golden Years

- ◆ 在机器学习方面，
 - 1957年，罗森勃拉特(F.Rosenblatt) 研制成功了著名的**感知机**(Perceptron) 模型，该模型是第一个完整的人工神经网络，它模仿人脑神经元的学习功能，将其用于识别。
 - 1960年代，剑桥大学的马斯特曼与其同事们还将语义网络用于了机器翻译。
- ◆ 在模式识别方面，
 - 1959年塞尔夫里奇（Selfridge）编制了字符识别程序，推出了一个**模式识别程序**；
 - 1965年，罗伯特(F.Roberts)编制了可分辨积木构造的程序。

1956–1960s中期： The Golden Years

- ◆ 在计算机博弈方面，主要是研究下棋程序。
 - 1952年IBM公司的阿瑟·塞缪尔（Arthur Samuel）研制了具有自学习、自组织和自适应能力的西洋跳棋程序，并于1956年带到了达特茅斯会议上。
 - 该程序于1959和1962年分别打败了Samuel本人和美国康涅狄格州的跳棋冠军。
 - 1968年，麻省理工学院(MIT)的理查德·格林布莱特研制了一套国际象棋程序,其水平可以获得国际象棋锦标赛C类评级，与国际象棋协会的资深会员相仿。

1956– 1960s中期: The Golden Years

◆ 在问题求解方面

1960年，纽厄尔和西蒙等人通过心理学试验总结了人们求解问题的思维规律，又一次合作开发了**通用问题求解程序GPS**

（General Problem Solver），可以用来求解11种不同类型的问题，如不定积分、三角函数、代数方程、猴子摘香蕉、梵塔、人-羊过河等。

1956–1960s中期: The Golden Years

◆在人工智能语言方面，

➤1957年西蒙、纽厄尔和肖 (J.C.Shaw)合作开发了表处理语言**IPL** (Information Processing Language).

➤1958年，**麦卡锡**研制了建造智能系统的重要工具--人工智能语言**LISP** (List Processing)。

◆在专家系统方面，1965年美国斯坦福大学的费根鲍姆

(E.A.Feigenbaum)等人研制**第一套专家系统**DENDRAL，**这是一个推断有机化合物分子结构的软件**。1968年在美、英等国投入使用。⁵¹

1960年代中期-1970年代初：第一个寒冬期

- ◆ 20世纪60年代后期，人们发现：采用统计模型的**机器翻译**很容易**产生歧义**，经常出现令人啼笑皆非的场景。
- ◆ 1966年美国咨询委员会的报告断言：尚不存在通用科学的文本机器翻译，近期也没有实现的前景。该报告结论导致了未来几年里支持自然语言研究的资金锐减，**英国、美国中断了大部分机器翻译项目的资助**。
- ◆ 人们又发现了**感知器的局限性**。1969年明斯基等人出版的一本著名的专著《感知机》，指出：感知器本质上是一种线性模型，只能处理线性分类问题，**无法解决线性不可分问题**，就连最简单的XOR（亦或）问题都无法正确分类。**计算量过大**，而且现有的感知器算法将失效。

Jokes about English-Russian translation

(1) **The spirit is willing but the flesh is weak.** (心有余而力不足)

The vodka is strong but meat is rotten. (伏特加酒虽然很浓，但肉是腐烂的)

The reason for this error : Spirit: 1) 精神 2) liquor (烈性酒)

(2) **Out of sight, out of mind.** “眼不见，心不烦”

Blind and insane. “又瞎又疯”

(3) **Time flies like an arrow.**

“光阴似箭” vs. “苍蝇喜欢箭”

The mistake lies in the literal translation and not understanding.

错误在于仅字面翻译，并非理解了。

◆ **结论：必须理解才能翻译，而理解需要知识。**

XOR—异或问题

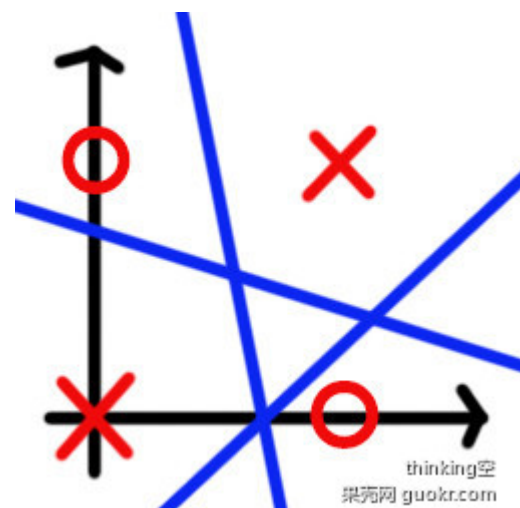
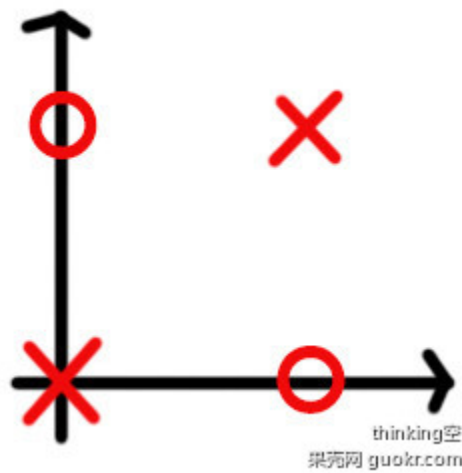
◆ 异或：简称XOR，用数学符号 \oplus 表示，在计算机中用 \wedge 表示。

异或运算指二进制中： $0\oplus0=0$ ， $0\oplus1=1$ ， $1\oplus0=1$ ， $1\oplus1=0$

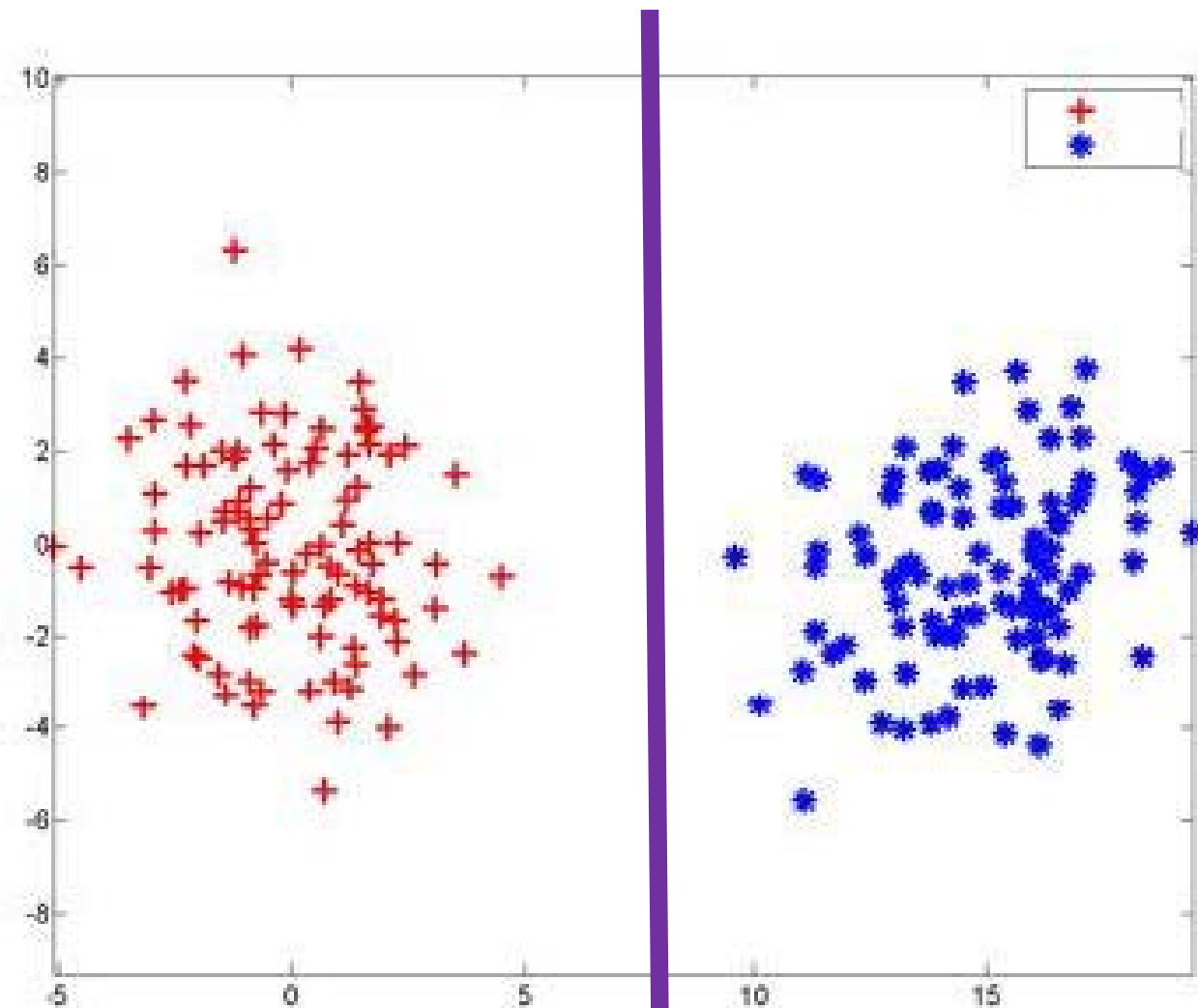
可见：**两个值相同得0，不同得1。**

◆ 为什么**感知机**不能解决**异或**(XOR)?

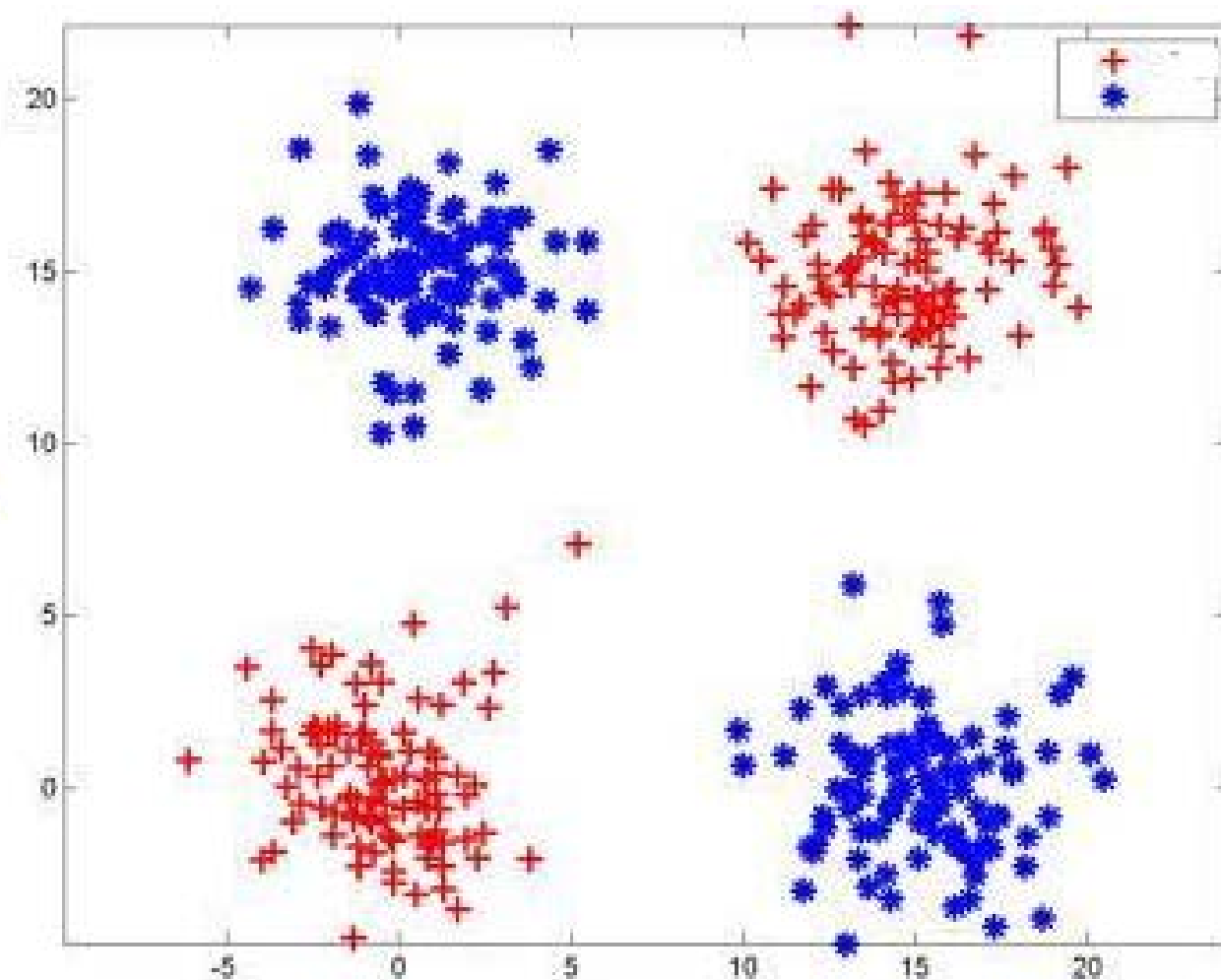
感知机(单层神经网络)不能解决异或问题，就是不能解决画一条线在平面实现所有分类的问题。



XOR 问题



(a) 线性可分



(b) 线性不可分

1960年代中期-1970年代初：第一个寒冬期

- ◆ 1970年，**连接主义遭到遗弃**，人工神经网络研究成为小众。
- ◆ 1974年，哈佛的保罗·沃波斯(Paul Werbos) 在其博士论文《并行分布式处理》中证明了“利用**误差反向传播**（BP）算法训练多层人工神经网络，可以解决异或问题”，当时**并未引起重视**。
- ◆ 1971-1974年，英美均削减了人工智能的学术研究经费。

1970年代初-1980年代末，专家系统与知识工程时代

以费根鲍姆为代表的一批年轻科学家改变了人工智能研究的战略思想，从**以基于推理为主的模型**转向**以基于知识为主的模型**，并研制出许多以知识为基础的专家系统。

- ◆ 继1965年斯坦福大学成功研制了**DENRAL系统**后，1971年，麻省理工学院研制了**MACSYMA系统**，用于解决复杂微积分运算和数学推导，它能求解600多种数学问题。
- ◆ 同期，CMU开发了用于语音识别的专家系统HEARSAY。该系统表明：计算机在理论上可按编制的程序与用户进行交谈。
- ◆ 1972年，维诺格拉德(T.Winograd) 研制了自然语言理解系统SHRDLU，它是一个在“积木世界”中进行英语对话的自然语言理解系统。

1970年代初-1980年代末，专家系统与知识工程时代

- ◆1972年，法国马赛大学教授考尔麦劳厄(A.Colmerauer)的研究小组实现了一种逻辑编程语言**PROLOG**(Programming in Logic)，它建立在逻辑学的理论基础之上，最初用于自然语言等研究领域。
- ◆1974年，匹兹堡大学的鲍波尔和内科医生合作研制了第一个用于诊断内科疾病的**医疗咨询系统**INTERNIST，并发展成为CADUCEUS。
- ◆1975年，斯坦福大学的泰德·肖特利夫(E.H.Shortliffe)等人开发了**医学诊断专家系统 MYCIN**，用于为细菌感染性疾病提供抗菌剂诊疗建议，能成功地对细菌性疾病作出专家水平的诊断和治疗。
- ◆1976年，美国斯坦福研究所（SRI）研制的**PROSPECTOR**是一个地矿勘探专家系统。

1970年代初-1980年代末，专家系统与知识工程时代

- ◆1977年，费根鲍姆在第五届国际人工智能联合会议（IJCAI）上提出了“知识工程”概念，进入知识工程时代。
- ◆1980年，美国人工智能学会（AAAI）在斯坦福大学召开了第一届全国大会。
- ◆1980年，DEC公司与CMU合作开发了第一个成功的商用专家系统 **R1**（也称为**XCON系统**），用于自动为用户定制计算机配置。
- ◆1981年，日本启动**第五代计算机系统**（FGCS）项目，用于知识处理，计划在10年内建立可高效运行 Prolog 语言的智能计算系统。
- ◆同期，我国也开始开展人工智能的研究工作。
 - 1977年，成功研制了“中医肝病诊治专家系统”；
 - 1985年建成农业专家系统“砂姜黑土小麦施肥专家咨询系统”⁵⁹

1970年代初-1980年代末，专家系统与知识工程时代

- ◆ 以符号表示人类知识的符号主义方法依然占据主导地位。
- ◆ 专家系统实现了人工智能**从理论研究走向实际应用**。
- ◆ 然而，研究者逐渐地发现：**符号主义方法也存在难以克服的困难**，例如，符号的表示能力不足且其逻辑不够简练，而且逻辑问题求解算法的时间复杂度极高等。
- ◆ 专家系统的研发很快遭遇了严重的瓶颈，人工智能的研究又陷入了**第二个寒冬期**。

1980年代末-1997 :第二个寒冬期

专家系统存在的问题逐渐暴露出来，其局限性如下：

- 应用领域狭窄，缺乏常识性知识。
- 知识获取困难，因为领域专家人数少，而且，有限数量的专家的知识不足以涵盖所有领域知识。
- 知识发生冲突，不同专家对同一问题的理解不同，会导致结论不同。
- 当知识发生动态变化时，知识更新不及时，且知识库难以与已有的数据库兼容。
- 推理方法单一，缺乏分布式功能。
- 人工建设专家系统的效率低、成本高、效果逐渐跟不上需求。

1980年代末-1997 :第二个寒冬期

至此，专家系统技术陷入瓶颈，抽象推理不再被继续关注，基于符号处理（符号主义）的模型遭到反对。表现如下：

- 1987年，LISP 机的市场崩溃。
- 1988年，美国政府的战略计算促进会取消了新的AI经费。
- 1992年，日本政府的“第五代计算机系统研制计划”未能达到其初始目标，研制计划宣布失败，悄然退场。但随后启动RWC计划（Real World Computing Project）
- 1993年，专家系统缓慢走向衰落。

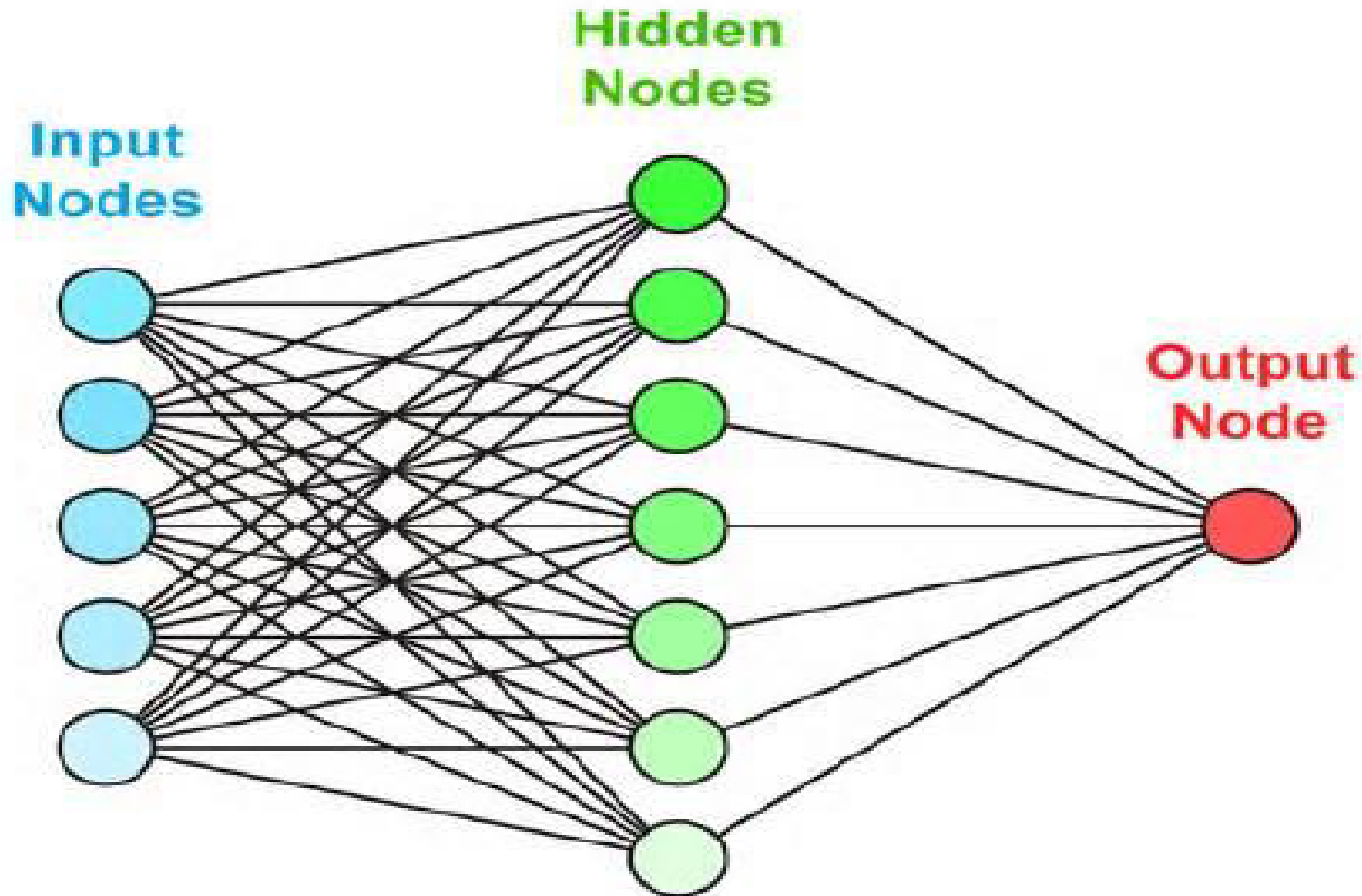
与此同时，用BP训练深度神经网络的效果也不好，原因是出现了梯度消失或梯度爆炸的问题，人们对连接主义也再次失去信心。至此，无论是符号主义方法还是连接主义方法，都进入了研究的瓶颈期，致使人工智能的发展全面陷入第二次寒冬期。

1980年代末-1997 :第二个寒冬期

虽然仍有一些人工智能的科研成果问世，但都只是引起学术圈小范围的关注，却未再掀起人工智能应用的热潮，例如：

- 1982年，约翰·霍普菲尔德（John Hopfield）提出了一种新的神经网络，后被称为霍普菲尔德网络。
- 1984年，希尔顿（G. Hinton）等人将模拟退火算法引入到人工神经网络中，提出了波尔兹曼（Boltzmann）机网络模型。
- 1985年，还发明了多层**人工神经元网络**（ANN），突破了感知机的局限性。
- 1986年，鲁梅尔哈特（D. E. Rumelhart）、麦克莱伦（J. L. McClelland）和**辛顿**（Hinton）**重新提出了多层网络的BP算法**，并成功用于训练多层感知器（MLP），在非线性分类问题中大获成功。
- 1995年，瓦普尼克（V. Vapnik）提出支持向量机（SVM，Support Vector Machine）理论。

人工神经网络



1980年代末-1997 :第二个寒冬期

- ◆ 即使在人工智能研究中最好的试验场---机器博弈（如下棋、打牌等）领域，人工智能也没能完胜人类：
 - 1991年8月，IBM的“深思”计算机系统与澳大利亚象棋冠军约翰森举行了人机对抗赛，结果以1:1平局告终。
 - 1996年，IBM邀请国际象棋棋王加里·卡斯帕罗夫与IBM研制的“深蓝”计算机系统进行了六局的人机大战，最终，卡斯帕罗夫以4:2获胜。
- ◆ 直到**1997年5月**，“深蓝”再次挑战卡斯帕罗夫，最终以3.5：2.5的总比分战胜了这位卫冕国际象棋冠军，人工智能的研究开始进入了**复苏期**。
- ◆ 1957年，西蒙曾预测：10年内计算机可以击败人类世界冠军，虽然未成功，但40年后“深蓝”击败了国际象棋棋王卡斯帕罗夫，比预测晚了30年。
- ◆ 自1997年之后的10年里，人类与计算机在国际象棋比赛中各有胜负。

1997-2011：复苏期

随着大数据、网络技术的发展，加速了人工智能的创新性研究，促使人工智能技术进一步走向实用化，人工智能研究经历了漫长的复苏期。主要标志性成果或事件包括：

- ◆ 1998年,老虎电子公司推出了第一款用于家庭环境的**人工智能玩具**--菲比精灵(Furby)。一年后,索尼公司推出了**电子宠物狗**AIBO。
- ◆ 2000年,麻省理工学院推出了**拥有面部表情的机器人** Kismet。
- ◆ 2002年,美国iRobot公司推出了**智能真空吸尘器**Roomba。
- ◆ 2004年，美国国家航空航天局**探测车**“勇气号”(Spirit)和“机遇号”(Opportunity)在火星着陆。
- ◆ 2005年，斯坦福大学研制的**自主机器人车辆**Stanley，赢得了DARPA无人驾驶汽车挑战赛。

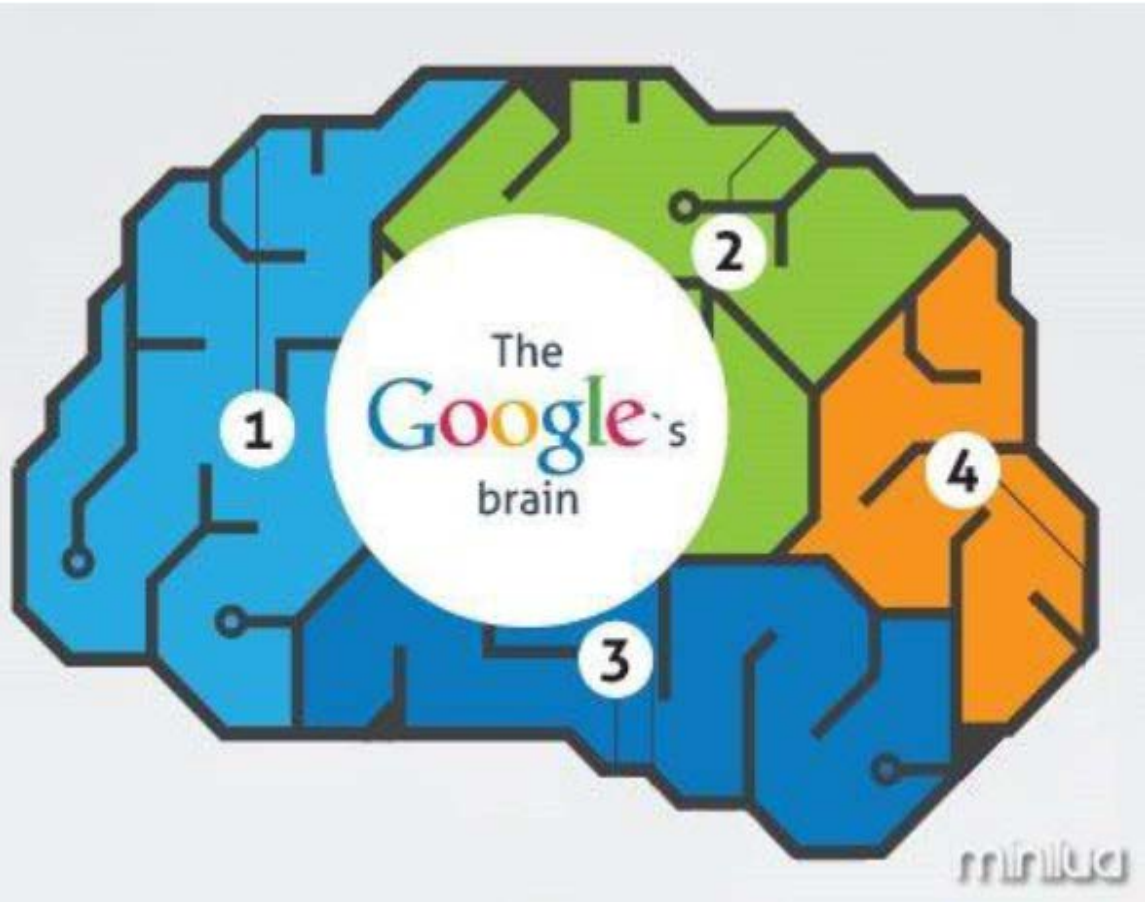
1997–2011：复苏期

- 2006年，CMU研制的**无人驾驶汽车**Boss 赢得了城市挑战赛，Boss 安全通过了临近空军基地的街道，能遵守交通规则，并会避让行人和其他车辆。
- 2006年，自从棋王克拉姆尼克(V.Kramnik)被国际象棋软件“深弗里茨”(Deep Fritz)击败后，人类再也没有战胜过计算机。
- 2006，Hinton教授和他的学生R. Salakhutdinov在《科学》上发表了文章，开启了**深度学习**发展的浪潮。
- 至此，**连接主义**再度兴起。

1997–2011：复苏期

- 2009年，微软人工智能首席科学家邓力**利用深度学习，把语音识别错误率大幅降低25%**，达到商业应用水平（**95%正确率**）。在此后的数年，语音识别迅速从实验室走向市场，衍生出巨大的商业价值。
- 2011年，谷歌启动了深度学习项目，**谷歌大脑**，作为 Google X (research lab) 项目之一。谷歌大脑是由1万6千台计算机连成的一个集群，致力于模仿人类大脑活动的某些方面。它通过1千万张数字图片的学习，已成功地**学会识别一只猫**。
- 2011年，IBM的Watson在美国智力竞赛节目 **《危险》**（*Jeopardy!*）中最终战胜了人类。这一事件又掀起了人工智能研究的热潮。

2006–2012: Rapid Development Period



Watson on quiz show Jeopardy!

2012至今：蓬勃发展期

- ◆ 2012年苹果推出了一种智能个人助理和知识导航软件**Siri**，它可以使用自然语言用户接口来回答问题、做出建议和执行动作，它支持英语、法语、德语、日语、中文、韩文、意大利语、西班牙语。
- ◆ 2012年，微软首席研究官瑞克·拉希德（Rick Rashid）演示了一款实时的**英文-中文通用翻译系统**，该软件不仅翻译非常准确，而且能够保持说话者的**口音和语调**。
- ◆ 2012年的**ILSVRC**比赛中，**AlexNet** 一举夺魁，top5预测的错误率为15.4%，远超第二名(26.2%)。2011年，图像分类最好的成绩是25.8%的错误率。
- ◆ 2014年，微软演示了“**Cortana**”(小娜)，是运行在Windows Phone上的智能个人助理。随后，微软中国又推出了聊天机器人**小冰**，微信用户可与她交谈。

Examples of Playing with Siri- homophonic

你是谁

我是Siri，不过我不太喜欢谈论自己。

你喜欢我吗

我对你有深挚的仰慕之情。

你知道小明跟小红谁长得比较高吗

这里是与“小明跟小红谁长得比较高吗”有关的网页：

网上搜索

小明和小红比谁的个子高,结果是小明的个子比_百度知道
zhidao.baidu.com

小明比小红高,小红比小清高,谁高,。_百度知道
zhidao.baidu.com

小明比小红高10厘米,小锋比小红矮10厘米,谁高,高多少厘米_百度知道
zhidao.baidu.com

小明比小强大,小强比小红小,小红和小明哪个大。【注定..._百度贴吧
tieba.baidu.com

给我讲个笑话好吗

我最近刚听了一个：

小蚂蚁迷路找不到蚁窝，非常着急。刚好这时他看见一个朋友经过，便大喊一声：“哥们儿！你...你都如何回蚁窝？”它的朋友反问道：“带...带着笑或是很沉默？”

你再给我讲个笑话吧

之前有人给我讲了这个：

有一天，哪吒遇见了孙悟空，挑衅地对他说：“降妖问问你敢不敢？”孙悟空一愣：“像你...说过那样的爱我？”

刘若英：

《后来》

你都如何回忆我，带着笑或是很沉默

《为爱痴狂》

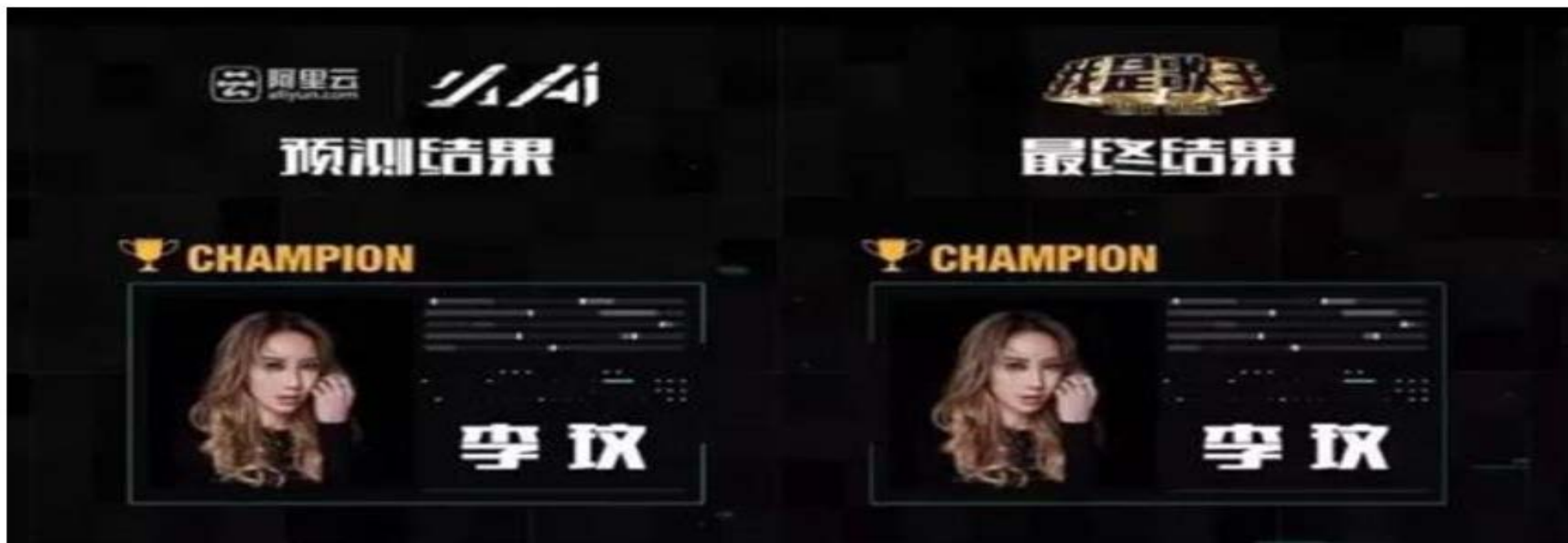
想要问问你敢不敢，像你说过那样的爱我

2012至今：蓬勃发展期

- ◆ 2014年6月，**俄国**聊天机器人**尤金·古斯特曼**，在纪念图灵逝世60周年的一个比赛上，被该活动33%的评委认为古斯特曼是人类，因此组织者认为它已经**通过了图灵测试**。
- ◆ 2015年，百度在2015百度世界大会上推出了一款机器人助理**一度秘**（DUER），可以为用户提供秘书化搜索服务。
- ◆ 到2015年中期，谷歌公司**无人驾驶汽车**的车队已经累计行驶超过150万公里，仅发生了**14**起轻微事故且均不是由无人驾驶汽车本身造成的。

2012至今：蓬勃发展期

- ◆ 2016年4月9日，**《我是歌手》**第四季总决赛落下帷幕，李玟夺得总冠军。据报道，在决赛结果宣布之前，阿里云小Ai就预测到了李玟夺冠。
- ◆ 小Ai是阿里云研发的人工智能程序，主要基于神经网络、社会计算、情绪感知等原理工作，善于洞察本质和实时预测，并能理解人类情感，可以通过强大的计算和机器学习能力不断自我进化。



DeepMind

- ◆ 2010年，人工智能程序师兼神经科学家戴密斯·哈萨比斯(Demis Hassabis)等人联合创立了DeepMind，是前沿的人工智能企业，位于英国伦敦。
- ◆ 该公司结合机器学习和系统神经科学的最先进技术，建立了强大的通用学习算法。
- ◆ 2014年1月，谷歌斥资4亿美元收购DeepMind。
- ◆ 2015年2月，谷歌DeepMind公司在Nature杂志上发表了Deep Q-Network，通过**深度强化学习**达到人类水平的操控。
- ◆ 2015年12月，谷歌DeepMind公司的程序**AlphaGo**打败了欧洲围棋冠军樊麾，成绩5战5胜。
- ◆ 这个消息直到2016年1月27日才宣布，目的是与描述所用算法的论文在《自然》杂志发表的时间同步。
- ◆ **深度学习软件第一次击败了人类职业棋手。**

AlphaGo Vs AlphaGo

- ◆ 2016年3月8日至15日，**AlphaGo**在韩国首尔对垒韩国九段职业围棋手**李世石**。AlphaGo以**5战4胜**赢得了比赛。
- ◆ 2017年5月27日，中国围棋手**柯洁**与人工智能“阿尔法狗”(**AlphaGo**)展开终局对决。在历经约3个半小时的对弈后，柯洁投子认输，执黑的AlphaGo中盘获胜。至此，**柯洁 0: 3 完败**。
- ◆ **阿尔法狗学习人类3000万棋局**，才打败人类；
- ◆ 2017年10月，DeepMind 公司公布了**最强版阿尔法狗**，称为**AlphaGo Zero**，译为阿尔法元。从零开始自学，没有任何人类棋谱和先验知识，**完全依靠强化学习**；
- ◆ 阿尔法元仅用4个TPU（[Tensor Processing Unit](#)），用三天时间自己左右互搏**490万棋局**；
- ◆ 2017年，阿尔法元以100:0的成绩完胜阿尔法狗。

1997.5 Deep Blue beat Kasparov, 3.5:2.5 (chess)



2016.3 AlphaGo beat 李世石, 4:1



2017.5.27 AlphaGo beat 柯洁, 3:0

Article | Published: 18 October 2017

Mastering the game of Go without human knowledge

David Silver[✉], Julian Schrittwieser, Karen Simonyan, Ioannis Antonoglou, Aja Huang, Arthur Guez, Thomas Hubert, Lucas Baker, Matthew Lai, Adrian Bolton, Yutian Chen, Timothy Lillicrap, Fan Hui, Laurent Sifre, George van den Driessche, Thore Graepel & Demis Hassabis

Nature 550, 354–359 (19 October 2017) | Download Citation ↓



David Silver（生于1976年）是UCL教授，他领导[DeepMind](#)的[强化学习](#)研究小组，并担任[AlphaGo](#)的首席研究员（ principle investigator ）。

Demis Hassabis（1976年7月27日出生）是英国[人工智能](#)研究员，[神经科学家](#)，[视频游戏](#)设计师，企业家和世界级游戏玩家. DeepMind创始人。

2017，从 AlphaGo 到 AlphaZero

- ◆ Google并没有止步于AlphaGo，在**2017年12月**，他们发布新的论文《用通用强化学习算法自我对弈，掌握国际象棋和将棋》表述了新模型：**AlphaZero**。其核心思想是：用**蒙特拉洛树搜索算法生成对弈数据，将其作为神经网络的训练数据**。
- ◆ 既然蒙特拉洛树搜索可以产生完整的棋局，那为何不用这个棋局来训练网络呢？有了这样的思路，计算机可以在**完全没有人类棋谱**的情况下，根据围棋规则，凭空学习围棋技巧。由于训练数据量几乎可以做到无穷大，因此这种方法的能力也能一直提高。

2017，从 AlphaGo 到 AlphaZero

- ◆ 很快，**AlphaZero** 就表现出惊人的能力，在仅经过若干小时的训练后：
 - 战胜最强 **国际象棋** AI **Stockfish**：28胜，0负，72平；
 - 战胜最强 **将棋** AI **Elmo**：90胜，2平，8负；
 - 战胜最强 **围棋** AI **AlphaGo Zero**：60胜，40负
- ◆ 至此，半个多世纪以来使用的**博弈搜索方法彻底被打败**。

注：

- ◆ **AlphaGo** 和 **AlphaGo Zero** 只是**围棋AI 程序**，**AlphaGo Zero**是 **AlphaGo** 的升级版；
- ◆ 而 **AlphaZero** 是从围棋向其他类似棋类游戏的拓展版，不仅可以下围棋，还可以下国际象棋、将棋等棋类。

AlphaGo 的研发者

Demis Hassabis

DeepMind创始人



David Silver



**UCL教授
DeepMind首席研究员、
AlphaGo项目负责人**

Demis Hassabis

- ◆戴密斯·哈萨比斯，1976年7月27日生于伦敦，国际象棋神童
- ◆英国人工智能研究者、电子游戏设计者
- ◆1989年，获国际象棋大师头衔
- ◆1993年，设计经典模拟游戏《主题公园》，是最早包含人工智能元素的游戏之一
- ◆1995年，开始学习围棋，现为围棋业余初段
- ◆1997年，获**剑桥大学**女王学院计算机科学**学士**学位
- ◆2009年，获**伦敦大学学院**认知神经科学**博士**学位
导师：Eleanor Maguire（埃莉诺·马圭雷）
- ◆2009-2011年，在MIT和Harvard做博士后研究
导师：Tomaso Poggio



戴密斯·哈萨比斯



AlphaGo对战柯洁

- ◆ 2010年，参与创立人工智能公司DeepMind
- ◆ DeepMind是一家前沿的人工智能企业，将机器学习和系统神经科学的最先进技术结合起来，创造了一个以人类的方式学习如何玩电子游戏的人工神经网络。
 - 2014年，DeepMind被谷歌斥资4亿美元收购
 - 2014年，哈萨比斯开始领导DeepMind研发围棋软件AlphaGo（用了蒙特卡洛树搜索与两个深度神经网络）
 - 2017年，AlphaGo战胜世界围棋冠军柯洁

David Silver

- ◆ 出生于1976年
- ◆ 1997年，本科毕业于剑桥大学。在剑桥他与Demis Hassabis (DeepMind创始人) 相识，Hassabis 教会Silver下围棋。
- ◆ 2004年，赴阿尔伯塔大学读博（导师： Richard S. Sutton）。
- ◆ 2007年，与Sylvain Gelly合作发表文章《Combining Online and Offline Knowledge in UCT》，提出将离线学习或在线创建的知识纳入搜索算法以增加其有效性的新方法。
- ◆ 2013年起，David Silver全职加入DeepMind，他领导DeepMind的强化学习研究小组，并担任AlphaGo的首席研究员（ principle investigator ）。。
- ◆ 之后，David又领导了AlphaZero的开发，它使用强化学习来提高计算机程序下各类棋的水平。



David Silver

- Google DeepMind, London
- davidsilver@google.com
- Professor of Computer Science
- University College London (UCL)
- d.silver@cs.ucl.ac.uk
- I am on indefinite leave of absence from UCL and not currently accepting any new students.

强化学习公开课:

<https://www.bilibili.com/video/av9831889/>



David Silver UCL教授
DeepMind首席研究员、
AlphaGo项目负责人

Watching Public Course Video

- ◆ Google Deepmind behind AlphaGo--- Self-learning artificial intelligence
- ◆ 观看网易公开课视频: [阿尔法狗背后的谷歌DeepMind: 能自我学习的人工智能](http://open.163.com/movie/2016/5/G/E/MBMDNOFJB_MBMDOBQGE.html)----14 mins
http://open.163.com/movie/2016/5/G/E/MBMDNOFJB_MBMDOBQGE.html

1.4 人工智能研究的流派

人工智能按研究流派主要分为三类，分别是

- ◆ 符号主义(Symbolism)
- ◆ 连接主义(Connectionism)
- ◆ 行为主义(Behaviorism)

符号主义和连接主义研究流派，在人工智能发展的60-70年中，此消彼长，轮流占上风。目前，连接主义是业界关注的焦点。

1.4 人工智能研究的流派

- ◆ 符号主义是一种基于逻辑推理的智能模拟方法，源于数学逻辑。它认为：人工智能本质是**知识符号化**，只要将世界知识转换为某种符号系统，智能机器就可以根据该符号体系，解决真实世界的问题。其**成果有：机器定理证明、专家系统、启发式搜索算法**
- ◆ 连接主义源于仿生学，特别是人脑模型的研究。它认为，大脑是智能产生的根源，因此实现人工智能应该研究大脑的结构、信息处理机制、运行方式，然后在机器上**模拟人类大脑**，实现人工智能。这就是现在阶段主流的**人工神经网络方法**。

符号主义和连接主义研究流派，在人工智能发展的60-70年中，此消彼长，轮流占上风。

1.4 人工智能研究的流派

- ◆ **行为主义** (actionism), 又称为进化主义 (evolutionism) 或控制论学派 (cyberneticsism)。该学派的理论基础是控制论, 其核心思想是基于控制论构建感知-动作型控制系统。
 - 行为主义学派认为: 智能行为是在现实世界中与周围环境交互而获得并表现出来的, 人工智能可以像人类的智能一样逐步进化, 所以称为进化主义。
 - 行为主义还认为智能取决于感知和动作, 无需知识、表示和推理, 只需要表现出智能行为即可, **强化学习就属于这一流派**。

1.5 人工智能研究的基本内容

1. Knowledge representation （知识表示）

知识表示就是将人类知识形式化或者模型化。

◆ 知识表示方法：

- **符号表示法**：用各种包含具体含义的符号，以各种不同的方式和顺序组合起来表示知识的一类方法。例如，一阶逻辑、**产生式**等。
- **连接机制表示法**：把各种物理对象以不同的方式及顺序连接起来，并在其间互相传递及加工各种包含具体意义的信息，以此来表示相关的概念及知识。例如，**神经网络**等。

1.5 人工智能研究的基本内容

2. Machine perception (机器感知)

是使计算机系统模拟人类通过其感官与周围世界联系的方式具有解释和理解外部信息的能力。以机器**视觉**与机器**听觉**为主。

3. Machine thinking (机器思维)

又称为计算机思维 (Computer Thinking)，就是研究如何使机器或计算机能像人类一样进行思维活动，自主处理通过感知获得的外部信息和机器内部的各种工作信息，更通俗地说，就是要研制会自主思考的机器。

1.5 人工智能研究的基本内容

4. Machine Learning（机器学习）

- 人类是通过学习具有智能的，计算机若要具有真正的智能，也必须像人类那样学习。
- 机器学习：研究如何使计算机具有类似于人的学习能力，使它能通过学习自动地获取知识。

5. Machine Behavior（机器行为）

- 指机器具有人工智能的行为，或者说，机器能模拟、延伸与扩展人的行为。
- 目前，机器行为主要是指计算机的表达能力，即“说”、“写”、“画”等能力。
- 对于智能机器人，它还应具有人的四肢功能，即“走”、“取物”、“操作”等。

1.6 人工智能的主要研究领域

1. 深度学习
2. 自然语言理解
3. 计算机视觉
4. 智能机器人
5. 自动程序设计
6. 数据挖掘与知识发现