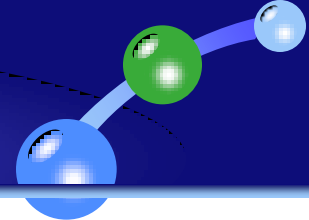


# 人工智能

## 人工智能概述

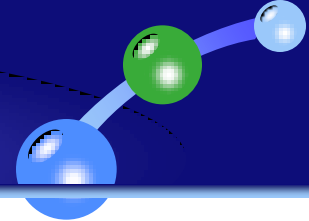
代建华 教授、博士生导师  
湖南师范大学信息科学与工程学院

# 一、什么是人工智能



## 人工智能概念的一般描述

顾名思义,人工智能就是人造智能,其英文表示是“Artificial Intelligence”,简称AI。“人工智能”一词目前是指用计算机模拟或实现的智能,因此人工智能又称机器智能。当然,这只是对人工智能的字面解释或一般解释。关于人工智能的科学定义,学术界目前还没有统一的认识。下面是部分学者对人工智能概念的描述,可以看做是他们各自对人工智能所下的定义。

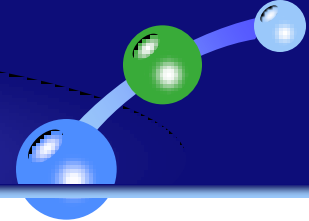


——人工智能是那些与人的思维相关的活动，诸如决策、问题求解和学习等的自动化(Bellman, 1978年)

——人工智能是一种计算机能够思维，使机器具有智力的激动人心的新尝试(Haugeland, 1985年)。

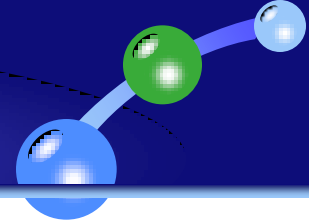
——人工智能是研究如何让计算机做现阶段只有人才能做得好的事情(Rich Knight, 1991年)。

——人工智能是那些使知觉、推理和行为成为可能的计算的研究(Winston, 1992年)。

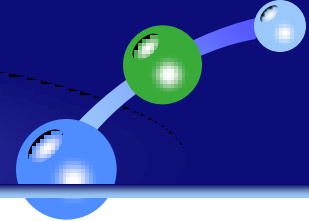


——广义地讲,人工智能是关于人造物的智能行为,而智能行为包括知觉、推理、学习、交流和在复杂环境中的行为(Nilsson, 1998年)。

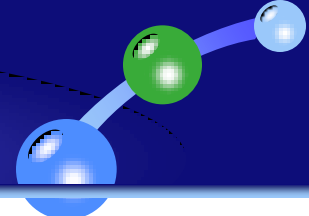
——Stuart Russell和Peter Norvig则把已有的一些人工智能定义分为4类: 像人一样思考的系统、 像人一样行动的系统、 理性地思考的系统、 理性地行动的系统(2003年)。



可以看出,这些定义虽然都指出了人工智能的一些特征,但用它们却难以界定一台计算机是否具有智能。因为要界定机器是否具有智能,必然要涉及到什么是智能的问题,但这却是一个难以准确回答的问题。所以,尽管人们给出了关于人工智能的不少说法,但都没有完全或严格地用智能的内涵或外延来定义人工智能。



- ❖ 自然智能
- ❖ 指人类和一些动物所具有的智力和行为能力
- ❖ 人类的自然智能（简称智能）
- ❖ 指人类在认识客观世界中，由思维过程和脑力活动所表现出的综合能力。
- ❖ 人类大脑是如何实现智能的
- ❖ 两大难题之一：宇宙起源、人脑奥秘
- ❖ 对人脑奥秘知之甚少
- ❖ 对人脑奥秘知道什么
- ❖ 结构： $10^{11-12}$  量级的神经元，分布并行
- ❖ 功能：记忆、思维、观察、分析 等
- ❖ 对智能的严格定义
- ❖ 有待于人脑奥秘的揭示，进一步认识



- ❖ 高层智能

- ❖ 以大脑皮层（抑制中枢）为主，主要完成记忆、思维等活动。

- ❖ 中层智能

- ❖ 以丘脑（感觉中枢）为主，主要完成感知活动。

- ❖ 低层智能

- ❖ 以小脑、脊髓为主，主要完成动作反应活动。

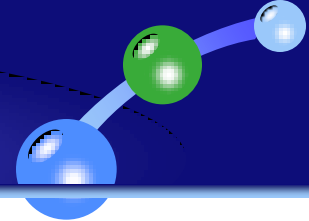
- ❖ 不同观点在层次结构中的对应关系

- ❖ 思维理论

- ❖ 知识阈值理论

- ❖ 进化理论
- 中层智能和低层智能

- ❖ 包含哪些能力？



## 人工智能技术观(AI Technology)

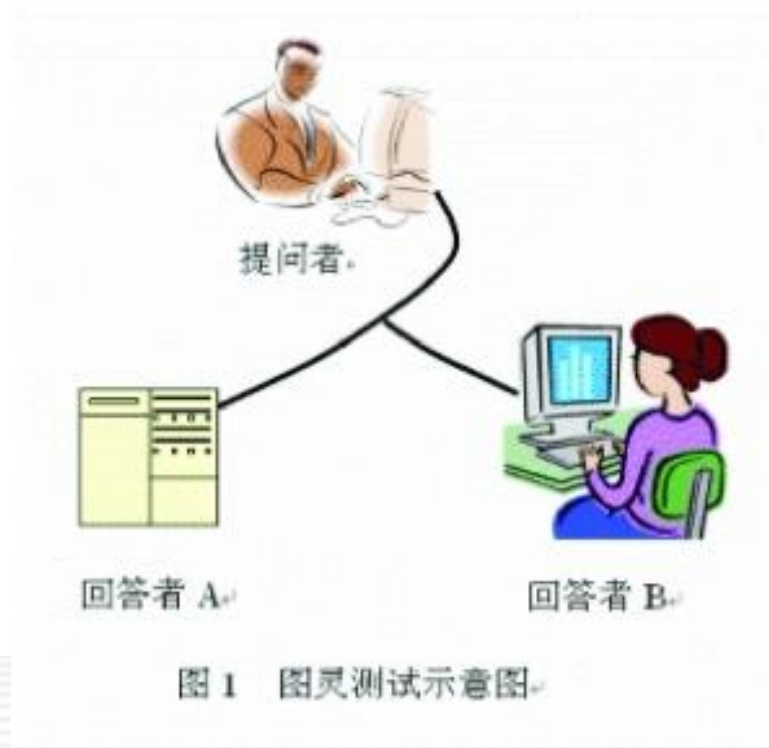
把人工智能看作一门技术，“使计算机去做那些原来需要人的智能才能完成的任务”。

着眼于计算机的外部功能，只要计算机能表现出与人类相似的智能：推理、学习、创造性等。而不在于计算机与人脑在完成同一任务时的工作机制是否一致。



## 人工智能建模观(AI Modeling)

强调用计算机去准确模拟人类在同一任务时的外部行为。如1950年提出图灵测试(Turing test)。

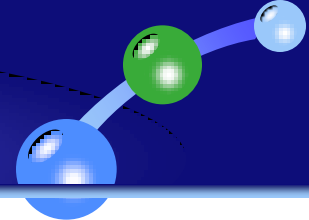




## 人工智能模拟观(AI Simulation)

着眼点在于用计算机程序去复现人脑在完成同一任务时的内部状态。强调首先要了解人脑活动的机制，认为只有在对人脑的工作机制有足够了解的基础上，才有可能用计算机去复现它。

[illegible]



❖ 人工智能是研究用人工的方法、技术与理论，刻画、模仿、延伸和扩展人与动物智能的学科

# 二、人工智能的萌芽

## 人工智能的基础和萌芽

### 人工智能的基础

- 哲学（428 B. C. — 现在）

意识、思维的理性部分的形式化 .....

- 数学（800 — 现在）

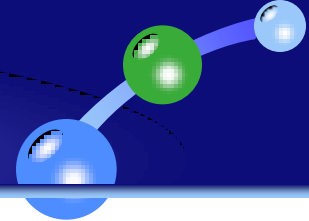
逻辑、计算、概率

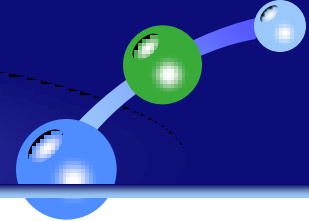
- 经济学（1776 — 现在）

决策、博弈、运筹学

- 神经科学（1861 — 现在）

简单细胞的集合能够导致思维、意识和行动





## ■ 心理学（1879 — 现在）

实验心理学：1879年Wundt在莱比锡大学首创

认知心理学：大脑当作信息处理装置

## ■ 计算机工程（1940 — 现在）

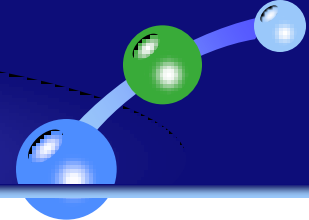
电动机械式计算机**Heath Robinson**：1940年图灵研究组，用于破译德军情报

真空电子管通用机器**Colossus**：1943年图灵研究组

可编程计算机**Z-3**：1941年德国的Konrad Zuse

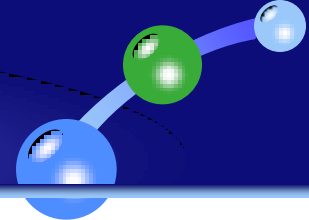
## ■ 控制论（1948 — 现在）：1948年Viener

## ■ 语言学（1957 — 现在）：Shinner，乔姆斯基理论



另一方面，实现人工智能这也是人类自古以来的渴望和梦想。据史书《列子·汤问》篇记载，远在公元前九百多年前的我国西周时期，周穆王曾路遇一个名叫偃师的匠人，他献给穆王一个“机器人”，这个“机器人”能走路、唱歌、跳舞，使穆王误以为是一个真人。这虽然是一个传说，但却反映了人类很早就有人工智能的设想。

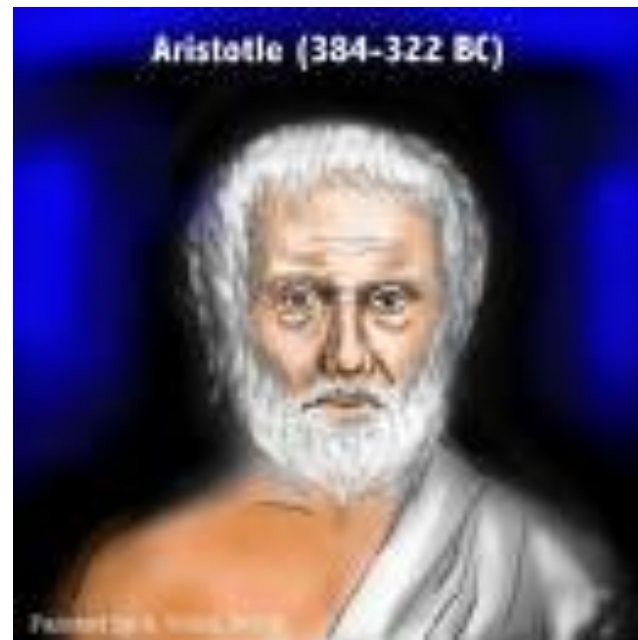
# 人工智能的萌芽准备



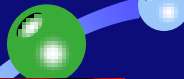
**AI**可追溯到历史上的一些伟大的思想家、哲学家和科学家，他们为**AI**的诞生和发展做了准备。其中的主要代表人物有：

(1) **Aristotle** (亚里士多德)  
(公元前384—322)。

古希腊伟大的哲学家、思想家，**Plato**（柏拉图）的学生。主要贡献是：为**形式逻辑**奠定了基础，而形式逻辑是一切推理活动的最基本的出发点。“三段论法”和“演绎法”。







## (2) Bacon (培根) (1561—1626)

英国哲学家和自然科学家。



系统地提出了“归纳法”，成为和Aristotle演绎法相辅相成的思维法则。强调知识的作用，提出著名的口号“知识就是力量”。20世纪70年代末，Stanford大学的Feigenbaum教授提出专家系统时，即以此为重要依据。

代表作：《新工具》

缺点：走极端，否认演绎法的作用。

### (3) Leibnitz (莱布尼茨) (1646—1716)

德国数学家和哲学家。



对AI的主要贡献：

关于“数理逻辑”的思想，把形式逻辑符号化，从而能对人的思维进行运算和推理。

提出的计划：建立一种通用的符号语言，以及一种在此基础上进行推理的演算。

数理逻辑就是按照他的设计道路诞生和发展的。



## (4) Boole (布尔) (1815—1864)

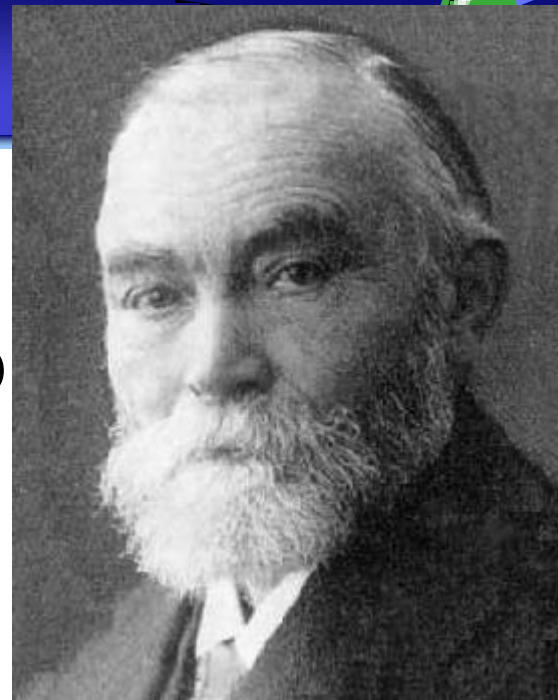
英国数学家和逻辑学家。



对AI的主要贡献：提出“布尔代数”，这是一种崭新的代数系统，1854年出版《思维法则，作为逻辑与概率的数学理论的基础》。

传统逻辑能处理的问题，布尔代数都能处理。

## (5) Frege (弗雷格) (1815—1864)



德国数学家和逻辑学家。

在耶路大学期间构造了命题逻辑的第一个公理系统，从而形成了完整的命题逻辑。还首先使用量词，创建了谓词逻辑。

## (6) Gödel (哥德尔) (1906—1978)

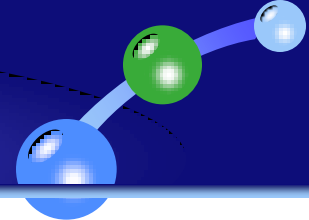
美籍奥地利数理逻辑学家。

对AI的主要贡献：研究数理逻辑中的一些根本性问题，即“形式系统的完备性和可判定性”。



1931年两条不完备性定理：一，任何包含初等数论的形式系统，如果它是无矛盾的，那么一定是不完备的；二，如果某个形式系统是无矛盾的，那么这种无矛盾性一定不能在本系统中得到证明。

上述两条不完备性定理彻底摧毁了Hilbert（希尔伯特）试图建立无矛盾数学体系的纲领。



哥德尔关于“形式系统的完备性和可判定性”的成果对AI的伟大意义在于：

指出了把人的思维形式化和机械化的某些极限，在理论上证明了有些事情是做不到的。

1) 哥德尔为计算理论的发展做出了巨大贡献。

2) 希尔伯特是20世纪最伟大的数学家之一，他在1900年的国际数学大会上提出20世纪数学发展所面临的“10个重大问题”。

## (7) Turing (图灵) (1912—1954)

英国数学家。



对AI的主要贡献：1936年提出一种理想计算机的数学模型，通称“图灵机”。表明所有可计算函数均能用图灵机计算。为电子计算机建立理论依据。

在1950年提出著名的“图灵实验”。

## (8) Von Neumann (冯.诺依曼)



美国计算机专家。

主要贡献：1946年研制成功世界上第一台电子计算机“ENIAC”。提出总线结构，现在的计算机均为冯.诺依曼计算机。为人工智能研究奠定了物质基础。

【注】：冯.诺依曼本人认为计算机不会有智能，因此，有人批评他把思维神秘化了。



**(9) McCulloch (1898—1969)**

**Pitts (1923—1969)**

主要贡献：1943年建立第一个“神经网络数学模型”。

McCulloch和Pitts的神经网络理论开创了——微观人工智能，即通过模拟人脑来实现智能的研究。



## (10) Shannon (香农)

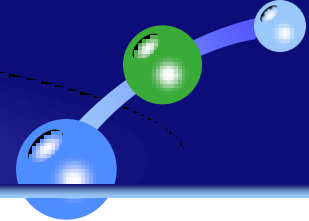
美国数学家。



1948年发表了《通讯的数学理论》，标志着信息论的诞生。信息论对心理学的研究产生了重大影响，而心理学又是AI的重要支柱，信息论认为人的心理活动可通过信息的形式加以研究，并提出了描述人的心理活动的数学模型。

信息论和心理学的结合构成了当代AI研究的一个重要潮流，即宏观人工智能研究。

# 人工智能的诞生



- ❖ **AI**诞生于一次历史性的聚会
- ❖ **时间**: 1956年夏季
- ❖ **地点**: 达特莫斯 (Dartmouth) 大学
- ❖ **目的**: 为使计算机变得更“聪明”，或者说使计算机具有智能
- ❖ **发起人**:
  - ❖ 麦卡锡(J.McCarthy)，Dartmouth的年轻数学家、计算机专家，后为MIT教授
  - ❖ 明斯基(M.L.Minsky)，哈佛大学数学家、神经学家，后为MIT教授
  - ❖ 洛切斯特(N.Lochester)，IBM公司信息中心负责人
  - ❖ 香农(C.E.Shannon)，贝尔实验室信息部数学研究员
- ❖ **参加人**:
  - ❖ 莫尔(T.more)、塞缪尔(A.L.Samuel)，IBM公司
  - ❖ 塞尔夫里奇(O.Selfridge)、索罗蒙夫(R.Solomonff)，MIT
  - ❖ 纽厄尔(A.Newell)，兰德(RAND)公司
  - ❖ 西蒙(H.A.Simon)，卡内基(Carnegie)工科大学
- ❖ **会议结果**:
  - ❖ 由麦卡锡提议正式采用了“Artificial Intelligence”这一术语

(个个都是超级牛人！)



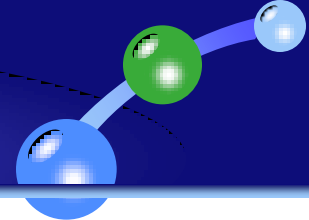
McCarthy在此次会议上提议正式使用：  
*Artificial Intelligence*（简称AI），标志着“人工  
智能”正式诞生。



AI的诞生地：Boston。上图为横穿波士顿市区的Charles River



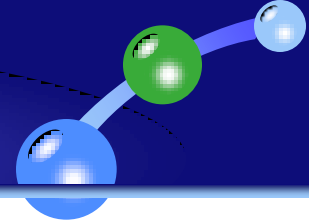
# 三、人工智能的发展历程



## a、巨大的成就 更大的期望

(1) 自然语言的机器翻译。1953年，美国乔治大学，1954年IBM公司在701计算机上做俄译英的公开表演，此时，前苏联、中国也开展机器翻译的研究。

(2) 利用计算机证明数学定理。1957年，Newell和Simon，用程序Logic Theorist证明《数学原理》第二章中的38条定理，1963年证明全部52条定理。1958年，王浩在IBM 704计算机上用3~5分钟的时间证明了《数学原理》中有关命题演算的全部220条定理，还证明了该书中带等式的谓词演算的150条定理中的85%，时间也只用了几分钟。1959年，王浩再接再厉，仅用8.4分钟就证明了以上全部定理。

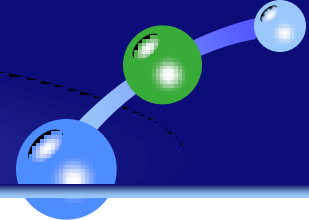


(3) 1956年, Samuel研制了第一个跳棋程序, 具有学习功能, 打败一个州冠军。

(4) 1956年, Selfridge研制第一个字符识别程序。  
1959年, 提出功能更强的模式识别。

(5) 1957年, Newell, Shaw和Simon研究不依赖具体领域的通用解题程序GPS(General Problem Solving)。(注: GPS是在Logic Theorist的基础上发展起来的, 用来解决不定积分、三角函数、代数方程等11种不同类型的问题)

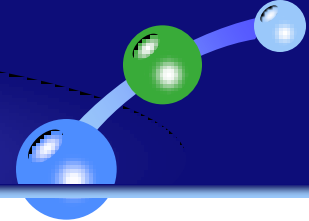
(6) 1958年, Rosenblatt提出了感知机, 第一次把神经网络的研究付诸工程实践。



(7) 1960年McCarthy成功研制了著名的LISP程序语言。

(8) 1963年Slagle发表了符号积分程序SAINT，他用86道积分题作试验，其中54道选择麻省理工学院的大学考题，结果做出了其中的84道。

(9) 1965年，Robinson提出消解法，即归结原理，掀起研究计算机定理证明的又一次高潮。

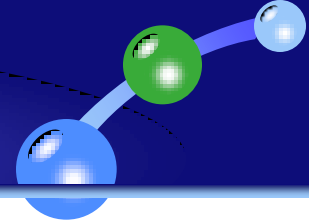


(10) 1958年, Newell, Simon乐观估计

- a) 不出10年, 计算机将成为世界象棋冠军。
- b) 不出10年, 计算机将发现和证明重要的数学定理。
- c) 不出10年, 计算机将能谱写具有优秀作曲家水平的乐曲。
- d) 不出10年, 大多数心理学理论将在计算机上形成。

(11) 有人甚至断言, 20世纪80年代将全面实现AI, 2000年机器智能超过人。





## b、面临巨大困难，走向低落

(1) 消解法（归结原理）能力有限，如证明两个连续函数之和仍是连续函数，推了10万步还没有推出来。

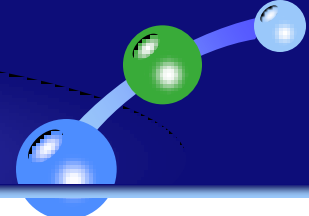
(2) Samuel的下棋程序，1965年与世界冠军Helmann比赛，失败，没有当上全国冠军。

(3) 机器翻译闹出不少笑话。例如：

i) “**The spirit is willing but the flesh is weak**”，意思是“心有余而力不足”。

当将其翻译成俄语，然后再翻译成英语时，却成了：

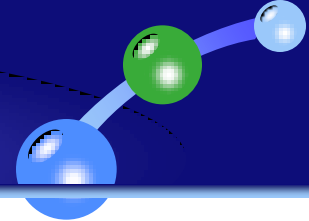
“**The vodka is good but the meat is spoiled**”，意思是“伏特加是好的，肉变质了”。



ii) “Out of sight, out of mind”, 意思是“眼不见心不烦”。  
当将其翻译成俄语，竟成了：“又瞎又疯”。

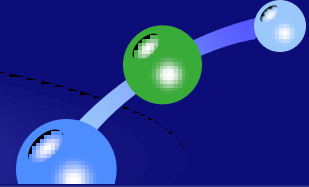
iii) 有人挖苦说，美国花了2000万美元为机器翻译立了一块墓碑。

(4) 从神经生理学角度研究AI，存在不可逾越的困难。  
人脑有 $10^{10}$ 以上个神经元，能否将 $10^{10}$ 个机器组成一个联合运行的网络？



- (5) 1973年，英国发表了*Lighthill report*，认为AI的研究即使不是骗局，至少也是庸人自扰。终止了英国的AI研究。
- (6) IBM公司也取消了本公司范围内的AI研究活动。

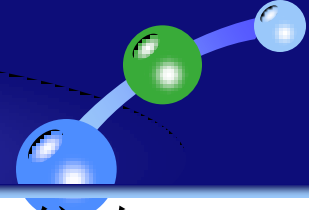
## c、基于知识的系统 开始复苏



自从人工智能形成一个学科以来，科学家们遵循着一条明确的指导思想：研究和总结人类思维的普遍规律，并用计算机模拟它的实现。

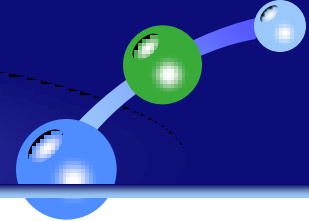
(1) Newell, Simon等老一辈AI专家，关心的是“**通用的、万能的符号逻辑运算体系**”——物理符号系统假设。

(2) Nilsson更进一步提出，物理符合体系的核心方法是逻辑演绎方法。他提出一个口号——“**命题主义**”，主张一切AI研究应在一个类似逻辑的形式框架内进行。



当人们在困难面前重新检讨战略思想时，老科学家信奉的原则开始收到年轻一代的挑战。

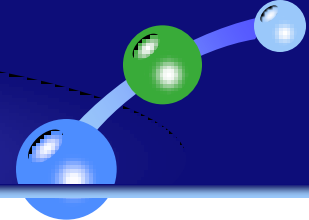
- 万能的逻辑推理体系至今没有创造出来，并不是人工智能专家的本事不够，而是因为这种万能的体系从根本上说就是不可能的。它的最大弱点就是**缺乏知识**，即缺乏人类在几千年的文明史上积累的知识。
- 在实际生活中，人是根据知识行事的，而不是根据在抽象原则上的推理行事的。
- 单靠一些思维原则是解决不了的组合爆炸问题的，要摆脱困境，只有大量使用现成的知识。



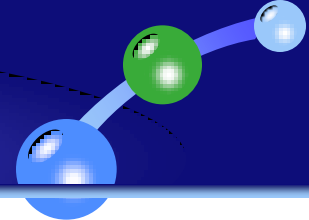
1968年，Stanford年轻教授Feigenbaum主持的专家系统DENDRAL问世，开创了AI的一个重要应用领域，以知识为基础的专家系统。

Feigenbaum重新举起了Bacon的旗帜：“知识就是力量”！

世界已经进入了第二个计算机时代，计算机作用已经发生了根本改变，从以信息为处理对象转变成为以知识为处理对象，从以计算为主要任务转变为以推理为主要任务。



- 1968年DENDRAL问世，它可以根据质谱仪的数据和核磁共振的数据以及有关的知识推知有机化合物的分子结构，达到了帮助化学家推断分子结构的作用。
- 1974年Shortliffe等人研制了诊断和治疗感染性疾病的MYCIN系统。
- 1976年Duda等人研制矿藏堪探专家系统PROSPECTOR系统。该系统用语义网络表示知识，在华盛顿州成功发现一处钼矿藏，储藏价值超过一亿美元。

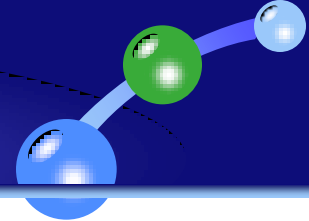


1977年，在IJCAI-1977(第五界国际人工智能大会)上，Feigenbaum提出知识工程、专家系统及其开发工具。

知识工程是20世纪七八十年代人工智能研究中最有成就的分支之一，它在恢复和推进人工智能的社会形象方面起了很大作用。



## (d) 人工智能走向产业



- 专家系统的开发走出实验室：知识产业
- 1982年日本的“第5代计算机”计划，即知识信息处理计算机系统KIPS
- 英国的Alvey计划
- 西欧的尤里卡计划
- 东欧的经互会计划
- 美国的MCC计划等
- 中国的863计划

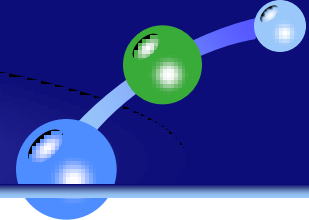
## (e) 人工神经网络重新光明

1974年，Werbos提出了具有信息反馈功能的多层网络。

1982年，Hopfield神经元网络，还成功地将该模型用于著名的组合优化问题TSP问题之中。

McClelland和Rumelhart构造了多层反馈学习算法成功解决了简单感知机的XOR问题及其他识别问题。

# 四、人工智能的流派



符号主义



以物理符号系统假设和有限合理性原理为基础

联结主义

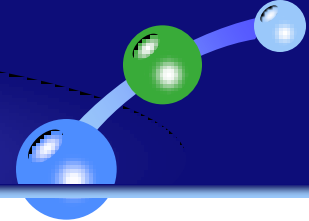


以人工神经网络(ANN)和进化计算(EC)为核心

行为主义



侧重点研究感知和行为之间的关系



## a. 符号主义方法、逻辑学派

符号主义认为,认知是一种符号处理过程,人类思维过程也可用某种符号来描述,即思维就是计算,认知就是计算,这种思想甚至构成了人工智能学科的基础理论

- 以西蒙和纽厄尔为代表——物理符号系统假设
- 基础是符号数学, 集中体现在谓词演算和归结原理
- 手段是程序设计工具, 集中体现在逻辑程序设计语言上
- 应用是目的, 集中体现在专家系统上



## b. 联结主义方法、仿生学派、生理学派

ANN: 人类的认知活动主要基于大脑神经元的活动

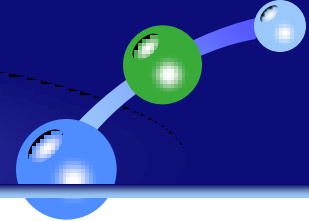
代表人物: 麦卡洛克、霍普菲尔德等人

与符号主义方法的不同: 知识是由网络的各个单元之间的相互作用的加权参数值来表征, 加权参数可以是连续的

网络的学习规则决定于以这些连续参数为变量的活动值方程

神经网络的主要技术特征:

- 分布式的信息存储和大规模的并行处理
- 良好的自适应、自组织性
- 很强的学习功能和容错能力



### c. 行为主义方法、控制学派

以控制论方法进行人工智能研究，认为智能取决于感知和行动。智能行为可以通过现实世界与周围环境的交互作用而表现出来

早期的工作重点主要是模拟人在控制过程中的智能行为和作用

机器人控制

智能控制

Thanks!

