

2024《人工智能引论》秋冬本科生课程

人工智能历史与课程内容概要

教学课程组

2024年春夏

- 参考教材：吴飞 潘云鹤 《人工智能引论》，高等教育出版社（101核心课程教材）
- 在线课程(MOOC)：<https://mo.zju.edu.cn/classroom/course/detail?id=64fa7bb145745dc3e15dccc4>
- 在线实训平台（智海-Mo）：<https://mo.zju.edu.cn/classroom/class/65d811402b0dde6bb0eac218?&activeKey=section>
- 系列科普读物《走进人工智能》<https://www.ximalaya.com/album/56494803>

一、人工智能历史

二、人工智能课程体系

三、课程内容

四、结论

梦起：追求人类之外的类人智能

- 古代先民对人类自身之外的智能追求表现在诸多神话、传说和预言等创作中的**机器人偶 (automaton)**。机器人偶指的是模仿人和动物的行动而做成的机器器械，该单词起源于希腊，表示按照一个人的意志行动 (**machines moving on their own by means of internal energy**)。
- 与机器人偶这一单词具有相似含义且目前被广泛使用的“robot”单词首次被捷克科幻作家卡雷尔·恰佩克 (Karel Čapek) 于1921年在其作品《罗素姆的万能机器人 (Rossum's Universal Robots)》中使用。“robot”这个单词源于捷克语的“robota”，意为“苦力”。

机器人偶这一单词由古希腊诗人荷马 (Homer) 在长篇叙事诗《伊利亚特》(Iliad) 中描绘天后“赫拉”命令天庭开启自动之门时第一次使用。



西周：偃师造人
“人之巧，乃可与造化者同功乎”

计算之力从何而来：不可计算乌云对人类的困扰

20世纪初，人们发现有许多问题无法找到解决的方法。于是开始怀疑，是否对这些问题来说，根本就不存在算法，即**不可计算**。

当整数 $n > 2$ 时，关于 x, y, z 的方程 $x^n + y^n = z^n$ 没有正整数解

从费马猜想到费马定理



费马（Pierre de Fermat）：法国人，律师，业余数学家（1601-1665）



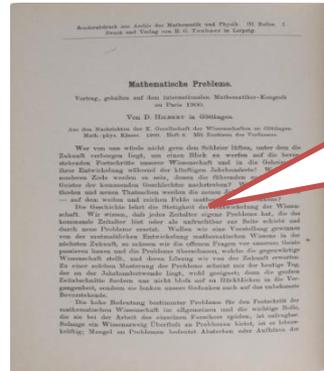
- 1637年费马用拉丁文在本书右侧空白写下：将一个立方数分成两个立方数之和，或一个四次幂分成两个四次幂之和，或者一般地将一个高于二次的幂分成两个同次幂之和，**这是不可能的**。关于此，我确信我发现一种美妙的证法，可惜此处甚小，我无法写下证明过程。
- 1995年，英国数学家安德鲁·怀尔斯（Andrew Wiles）解决了这一问题。

计算之力从何而来

工欲善其事，必先利其器：智能之器从何而来



David Hilbert (1862-1943)
德国著名数学家



Mathematical Problems (23个数学问题)
Lecture delivered before the International
Congress of Mathematicians at Paris in 1900

问题2：证明算术公理的相容性 (the compatibility of the arithmetical axioms)

- **完备性**：所有能够从该形式化系统推导出来的命题，都可以从这个形式化系统推导出来。
- **一致性**：一个命题不可能同时为真或为假
- **可判定性**：算法在有限步内判定命题的真伪

如何证明（计算）这一问题？可用怎样的“计算载体”来实现？

计算之力从何而来

工欲善其事，必先利其器：智能之器从何而来



Kurt Friedrich Gödel(1906-1978)



《论数学原理及有关系统中不可判定命题》(On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems)



任何表达力足够强的
(递归可枚举)形式系统
都不可能同时具有一致
性和完备性

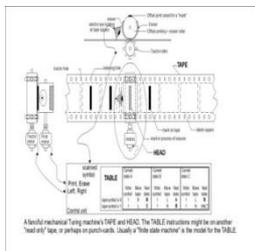
**哥德尔不完全性定理
(1931年)**

计算之力从何而来

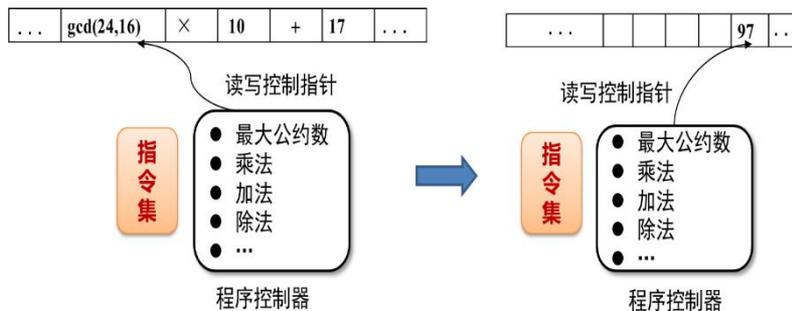
工欲善其事，必先利其器：智能之器从何而来



Alan Turing
(1912-1954)



**“判定性问题”是无法解决的，
即有些数学问题是不可求解的
(图灵不可停机的)**



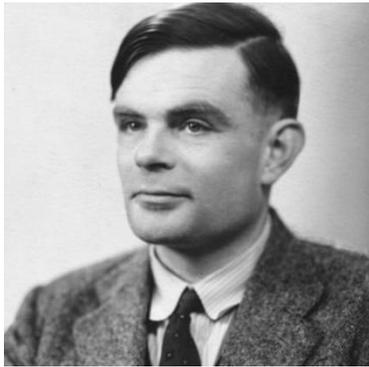
图灵机模型计算“gcd(24,16)*10+17”示意

On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, 1937
《论数字计算在决断难题中的应用》

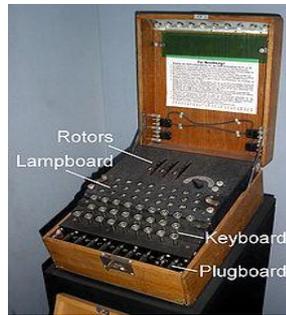
图灵机模型使得人类得以迈入自动计算时代

图灵奖：计算机界最高奖（1966年设立）

丘吉尔于1940年8月在大不列颠空战中说过一句名言：在人类战争史上，从来也没有一次像这样，以如此少的兵力，取得如此大的成功，保护如此多的众生（Never in the field of human conflict was so much owed by so many to so few）。



Alan Turing
(1912-1954)



二战提前五年结束的
解码器Enigma

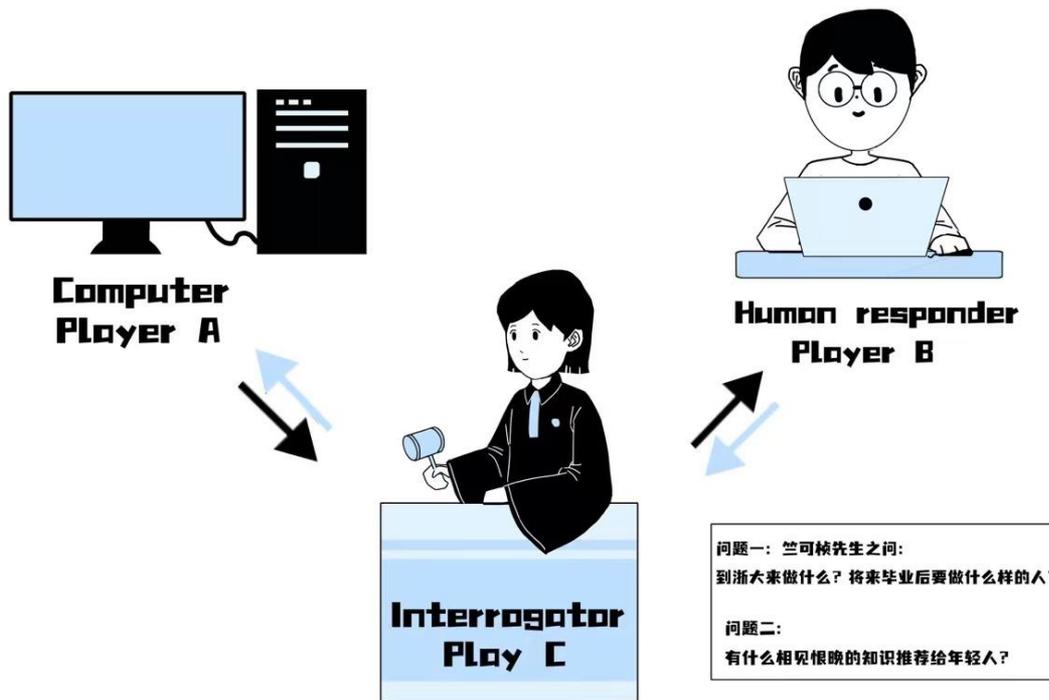


2021年6月英国启用
50英镑纸币

纸币上印有一句话：This Is Only a Foretaste of What Is To Come, and Only the Shadow of What Is Going To Be（这不过是将来之事的前奏，也是将来之事的影子）（1949年6月11日图灵在接受《泰晤士报》采访时曾说过的话）

对智能的测试：图灵测试

图灵测试



人工智能的起源

■ 四位学者在1955年提出了人工智能这一术语及研究范畴

- John McCarthy (时任Dartmouth数学系助理教授, 1971年度图灵奖获得者)、Marvin Lee Minsky (时任哈佛大学数学系和神经学系Junior Fellow, 1969年度图灵奖获得者)、Claude Shannon (Bell Lab, 信息理论之父)、Nathaniel Rochester (IBM, 第一代通用计算机701主设计师)

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 the four in 1955 proposal, submitted to John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, and Claude Shannon. The original research consisted of 24 proposals that were reviewed by the projectors based on the advice of Shannon, Galt, and Nathaniel Rochester. The first 4 pages were the proposal, and the remaining pages give qualifications and interests of the four who prepared the proposal. In the interest of brevity, this article omits the details of the proposal itself, along with the brief biographies of statements of the projectors.

■ The study is to proceed on the basis of the conjecture (猜想) that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.

1. Justification: Computers. If a machine can do a job, then an automatic adaptation can be programmed to simulate the machine. The speed and memory capacities of present computers may be inadequate to simulate many of the higher functions of the human brain, but the paper already was back

The study is to proceed on the basis of the **conjecture (猜想)** that **every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it**. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.

清晰描述、正确编程、计算实现

What I cannot create, I cannot understand
“不可造也，未能知也”
---- Richard Feynman (费曼)



- 洛克菲勒基金会主管这一领域研究的生物与医学部门主任莫里森 (Robert S. Morison) 博士回复评审结果：“思维的数学模型” (mathematical models for thought) 研究内容难以让人彻悟 (difficult to grasp very clearly)，但是鉴于这一研究所具有长期挑战性特点，基金会愿意资助其申请经费的一半。
- 希望你们不会觉得我们过于谨慎 (overcautious)，对思维的数学模型研究从长远来看非常具有挑战性，是一场适度的赌博，因此在现阶段冒任何大风险会令人犹豫重重。
- 需要说明的是，莫里森本人是神经生理学家，后来因工作变动离开了洛克菲勒基金会，先后在康奈尔大学和麻省理工学院任教、直至退休。

人工智能诞生之初所提研究问题

报告列举了Artificial Intelligence值得关注七个问题

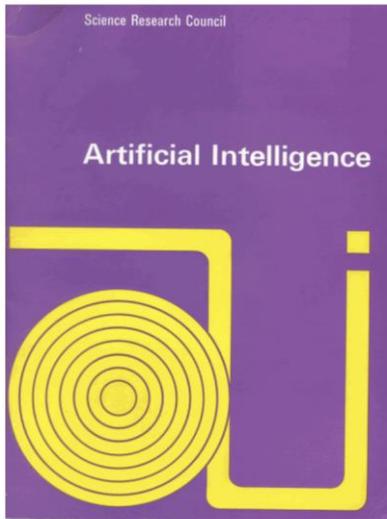
- Automatic Computers
- How Can a Computer be Programmed to Use a Language
- Neuron Nets
- Theory of the Size of a Calculation
- Self-improvement: 自我学习与提高
- Abstractions: 归纳与演绎
- Randomness and Creativity

人工智能（Artificial Intelligence）是以机器为载体所展示的人类智能，因此人工智能也被称为机器智能（Machine Intelligence）



达特茅斯会议合影 (1956年)

人工智能：第一次隆冬来临



Lighthill Report, 1973

- 1973年提交了一份名为《人工智能：一份全面报告》（Artificial Intelligence: A General Survey）被称为“莱特希尔（Lighthill）报告”的评估结果。
- 该报告对人工智能进展和成效给出了较为悲观的结论，报告主要观点如下：**该领域迄今为止的发现尚未产生当时承诺的重大影响**（In no part of the field have the discoveries made so far produced the major impact that was then promised）。人工智能研究集中在自动机、机器人和神经系统，自动机和神经系统的研究有价值，但进展令人失望。机器人的研究没有价值，进展非常令人失望，建议取消机器人的研究。
- 莱特希尔特别强调了**“组合爆炸（combinatorial explosion）”**这一问题用现阶段人工智能技术难以解决，这样将导致人工智能方法只能需求解决**“玩具类问题（toy problem）”**，而非**真实世界中任务**。这一报告导致英国政府几乎终止了对英国高校进行人工智能研究的资助。
- 莱特希尔本人在学术界具有重要影响力，他是20世纪最伟大的力学家之一和现代空气动力学的开拓者。有趣的是，中国23位“两弹一星”元勋中唯一的烈士郭永怀先生（夫人李佩先生）将莱特希尔变型坐标法和普朗特的边界层理论结合起来并作了推广，得到广泛应用的著名的**“彭加莱-莱特希尔-郭（Poincare-Lighthill-Kuo method，简称PLK法，一种偏微分方程数值解法，其中Kuo指郭永怀）”**方法，为人类突破“声障”作出了重要贡献。

人工智能：第一次隆冬来临---未能解决真实世界问题

机器翻译的笑话：英语翻译为俄语

一、

- 英语谚语：心有余而力不足 (the spirit is willing but the flesh is weak)
- 输出的俄语：伏特加不错，但肉已经腐烂 (the vodka is good but the meat is rotten)

二、

- 英语谚语：眼不见，心不烦 (Out of sight, out of mind)
- 输出俄语：眼瞎脑残 (invisible, insane)

后来研究者把这个尴尬结局归为人工智能欠缺“常识知识 (commonsense knowledge)”。

·译事三难，信、达、雅。求其信，已大难矣。顾信矣不达，虽译犹不译也，则达尚焉……
·易曰：“修辞立诚”。子曰：“辞达而已。”又曰：“言之无文，行之不远。”三者乃文章正轨，亦译事楷模，故信、达而外，求其尔雅。……

严复（思想启蒙、教育家和翻译家）

人工智能：第一次隆冬来临---未能解决真实世界问题

与当前人工智能研究现状相比，“莱特希尔（Lighthill）报告”结论的确有失公允。但是其发表后引起了极大反响，BBC甚至于1973年6月邀请莱特希尔、麦卡锡、唐纳德·米基(Donald Michie)和理查德·格里高利（Richard Gregory）等科学家围绕“通用机器人是海市蜃楼么（the general purpose robot is a mirage）？”这一主题进行了一场电视辩论（AI debate），不过这一辩论节目未能最终播出。



怀疑批评者会说人工智能没有取得任何进展，乐观支持者会说人工智能已经取得了许多进展。然后怀疑批评者说人工智能所取得的进展根本就不是真实智能所考虑的问题。

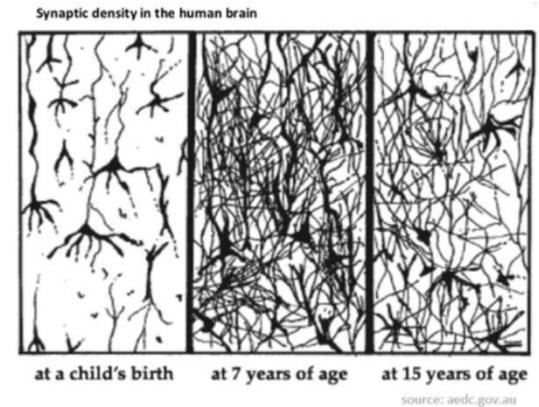
人工智能：第二次隆冬来临--爬上树梢与攀登月球

- 印蜡说：记忆之痕

希腊柏拉图在《泰阿泰德篇》中写道，“假定人人心中有一性质优劣不等的蜡版，这是掌管记忆的女神——缪斯（Muse）的母亲——所赐予的。感觉知觉，欲记之于心，则在那此蜡版上留下印迹，如打印一般（the impress of a signet-ring）”。



800亿神经元之间如何工作的？
（记忆、意识、直觉等能力）

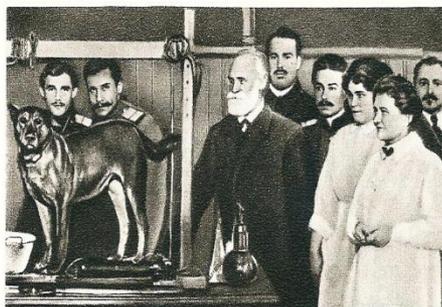


荀子：心未尝不藏也，然而有所谓虚

人工智能：第二次隆冬来临--爬上树梢与攀登月球

- **刺激与学习：巴甫洛夫条件反射定律**

除食物本身之外，在食物出现之前的其他刺激(如送食人员或其脚步声以及铃声等)，也会引起狗分泌唾液。巴甫洛夫根据谢切诺夫 (Sechenov, Ivan Mikhailovich) 《脑的反射》著作中所提出“大脑的一切心理活动都是反射，包含有意识和无意识”理论，提出了著名的“巴甫洛夫条件反射定律”。



800亿神经元之间如何工作的？
(记忆、意识、直觉等能力)

- **赫布理论 (Hebbian theory)**

神经元之间持续重复经验刺激可导致突触传递效能增加 (Neurons that fire together, wire together)、神经元之间突触的强弱变化是学习与记忆的生理学基础

人工智能：第二次隆冬来临--爬上树梢与攀登月球

- 1943年，神经科学家沃伦（Warren McCulloch）和逻辑学家沃尔特·皮兹（Walter Pitts）合作提出了以他们名字命名的“MCP神经元”模型。兴奋的麦卡洛克于1954年在《英国科学哲学期刊》发表的一篇题为《走出形而上学的洞穴(Through the Den of the Metaphysician)》文章中激动写道，“在科学史上第一次，我们知道了我们是怎么知道的”。
- 弗兰克·罗森布拉特（Frank Rosenblatt）在20世纪50年代提出了“感知机（perceptron）”模型，人们对神经网络寄予了莫大期望。
- 1969年，明斯基（Marvin Minsky）和帕普特（Seymour A. Papert）出版了《感知机：计算几何学》一书，证明了由输入层和输出层构成的感知机能力极其有限，甚至无法完成异或（XOR）这一基本逻辑计算问题。这一书籍的出版使得神经网络被打入冷宫。**20世纪80年代开始，人工智能进入了10年左右的第二个冬天。**
- 国际电气和电子工程师协会(IEEE)为了纪念罗森布拉特，于2004年设立了IEEE Frank Rosenblatt奖。今天深度学习正在推动人工智能形成第三次发展浪潮，提出“误差后向传播”这一概念来训练神经网络参数的保罗（Paul Werbos）以及命名“深度学习”新名词的辛顿(Geoffrey Hinton)分别于2022年和2014年获得IEEE Frank Rosenblatt奖。

THROUGH THE DEN OF THE METAPHYSICIAN *

WARREN S. McCULLOCH

We are again in one of those prodigious periods of scientific progress—in its own way like the pre-Socratic period to which we are still indebted for the crisp formulation of our physical problems and, consequently, for our epistemological quandary. Anyone who has had the good fortune to listen to Wiener and von Neumann and Rosenblueth and Pitts wrestling with the problems of modern computing machines that know and want, has a strange sense that he is listening to a colloquy of the ancients. But they would be the first to tell you that they themselves are drunk with an American wine of an older vintage; they quote liberally from Charles Peirce and from Josiah Willard Gibbs. These men have altered our metaphysics by altering our physics. It is epistemology that is most affected, for it is the physics of communication which is today receiving an adequate theoretical treatment. For the first time in the history of science we know how we know and hence are able to state it clearly.

Physiologists, working on the central nervous system, have long had such a goal in mind. Rudolph Magnus, inspired by Immanuel Kant, made his last great lecture one on 'the physiology of the *a priori*' by which he meant how those mechanisms work that determine for us the three-dimensional nature of our world, its axes and its angles, and that give to us our sense of velocity and acceleration, from which he held our notion of time to be in large measure derived. Perhaps the most notable attempt of this sort was by Sir Charles Sherrington, entitled *Man on his Nature*, for, near the end of a life spent on studying the ways of the brain, he was forced to the conclusion that 'in this world, Mind goes more ghostly than a ghost'. The reason for his failure was simply that his physics was not adequate to the problem that he had undertaken. That has so regularly been the shortcoming of scientists who would have approached this problem, that even Clerk Maxwell, who wanted nothing more than to know the relation between thoughts and the molecular motions of the brain, cut short his query with the memorable phrase, 'but does not the way to

* Paper read to the Philosophy of Science Group on 30th June 1952. It appeared in French in *Thesis*, published by the Presses Universitaires de France, Paris, 1951, 7, and is printed here by permission of the editor and publishers of that Journal.

18

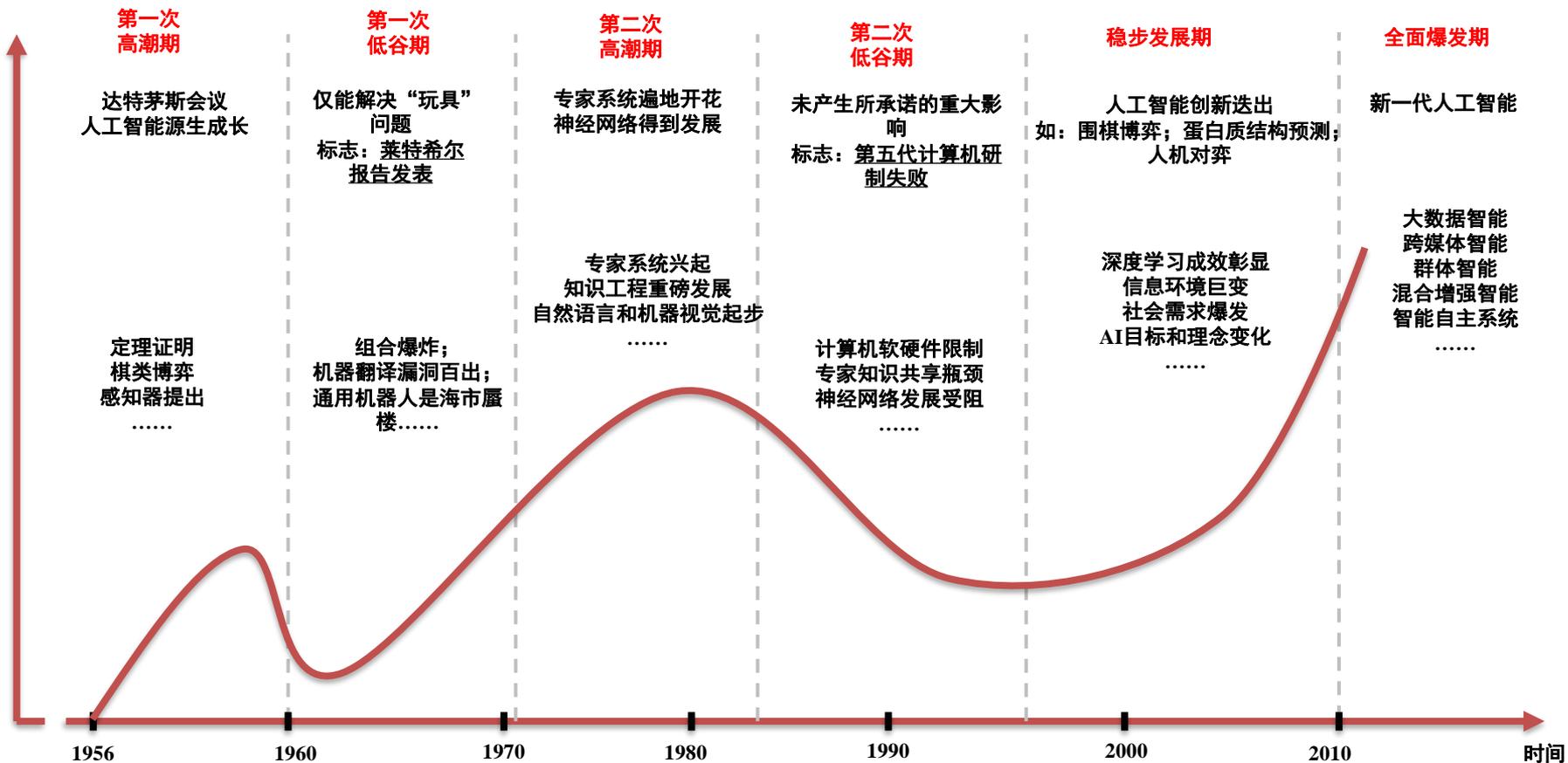
ALCHEMY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Hubert L. Dreyfus

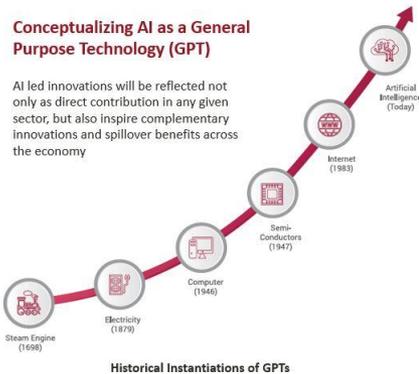
December 1965

1965年12月，先后在MIT和伯克利任教的休伯特·德雷福斯（Hubert Lederer Dreyfus）教授以兰德公司顾问的身份，发表了《炼金术与人工智能》（Alchemy and Artificial Intelligence）的研究报告。

人工智能：两落三起



人工智能正发挥基座能力：通用目的技术（General purpose technologies）



人类不同时代的通用目的技术

Sources of Power, 1760–1907 (Horsepower)

	1760	1800	1830	1870	1907
Steam	5,000	35,000	165,000	2,060,000	9,659,000
Water	70,000	120,000	165,000	230,000	178,000
Wind	10,000	15,000	20,000	10,000	5,000
Total	85,000	170,000	350,000	2,300,000	9,842,000

Source: Kanefsky (1979a, p. 338); not including internal combustion engines.

通用目的技术是“增长的引擎”，具有如下基本特性：

- 普遍适用性(pervasiveness):它能广泛应用到大多数行业
- 动态演进性(technological dynamism):随着时间的推移，该技术能不断得到改进，使用成本不断降低
- 创新互补性(innovational complementarities):它提高了应用部门的研发生产率，这反过来促进了该技术自身的进步
- 通用目的技术是使能技术(enabling technology)，但不是完整的最终解决方案。
- 美国历史学家斯塔夫里阿诺斯（Leften Stavros Stavrianos）在《全球通史》一书赞誉为“蒸汽机的历史意义无论怎样夸大都不过”。蒸汽机与纺织、交通和冶金等工业结合，推动人类迈入工业革命时代。
- 通用目的技术表现扩散滞后的生产力悖论：通用技术的开发与其对生产力和经济增长的影响之间通常存在滞后。

- 直到瓦特在1795年改良蒸汽机100年后，蒸汽机对劳动生产率的贡献才达到顶峰
- 发电机在发明40年后才带来实质性的生产力提高

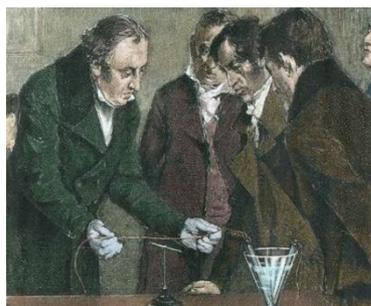
- Timothy F.Bresnahanac, M.Trajtenberg, General purpose technologies: Engines of growth, Journal of Econometrics, 65(1):83-108,1995
- Nicholas Crafts, Artificial intelligence as a general-purpose technology: an historical perspective, Oxford Review of Economic Policy, Volume 37, Number 3, 2021, pp. 521–536

科学研究范式的四种手段

人工智能正在引发科学研究范式变革：推动人类从继实验观测（从对自然现象的观测中总结规律）、理论推导（从科学实验中推导规律）和仿真模拟（从对复杂现象的模拟中进行科学研究）之后迈向以数据密集型为核心的数据洪流型（Data Torrent）第四范式发展



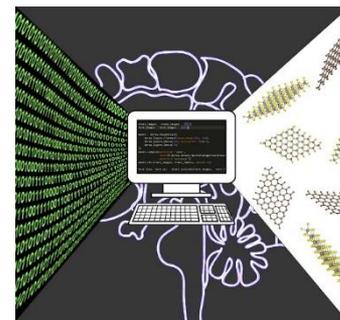
比萨斜塔



麦克斯韦方程



Susceptible-Infectious-Recovered
易染-感染-免疫传播模型模拟



数据驱动机器学习

提纲

一、人工智能历史

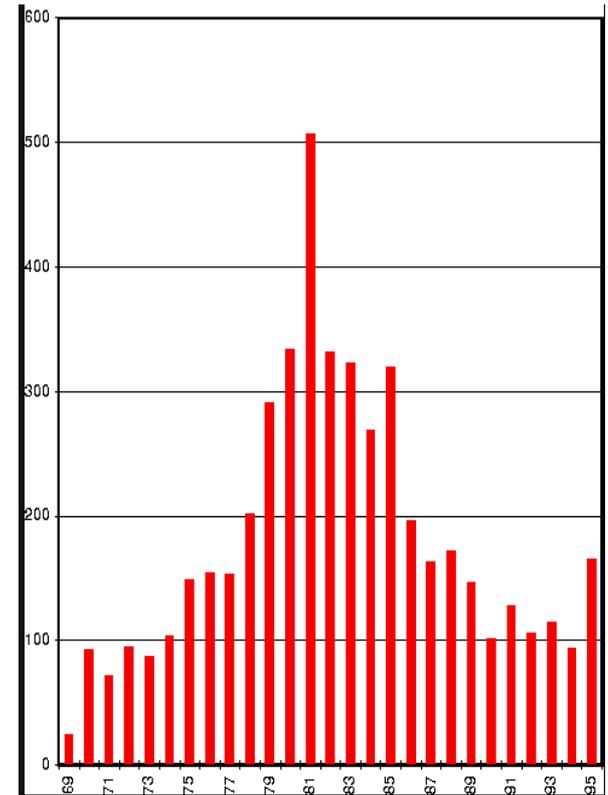
二、人工智能课程体系

三、课程内容

四、结论

计算机课程体系的历史发展：从EE到CS、从CS到AI

- The Technische Universität Darmstadt (德国达姆施塔特工业大学) founded the world's *first* department of electrical engineering in 1882.
- In 1885, the *first* Department of Electrical Engineering at Cornell and the first Department of Electrical in University College London.
- The *first* Department of Computer Sciences in the United States was established at Purdue University in October 1962. M.S. and Ph.D. programs in Computer Science started.



Freshmen Declaring Computer Science as their Major from 1969-1995 at Purdue University

计算机课程体系的演变

为了规范计算机课程的教学，美国计算机学会（Association for Computing Machinery, ACM）于1968年和1978年发布了计算机科学（computer science, cs）教程体系Curriculum 68 和 Curriculum 78。由于这一工作十分重要，1985年，IEEE计算机协会（IEEE-CS）也加入了这一工作。

CURRICULUM 68

Recommendations for Academic Programs in Computer Science

A REPORT OF THE ACM CURRICULUM COMMITTEE ON COMPUTER SCIENCE

Dedicated to the Memory of Silvio O. Nourno

This report contains recommendations on academic programs in computer science which were developed by the ACM Curriculum Committee on Computer Science. A classification of the subject areas contained in computer science is presented and twenty-two courses in these areas are described. Prerequisites, catalog descriptions, detailed outlines, and annotated bibliographies for these courses are included. Specific recommendations which have evolved from the Committee's 1965 Preliminary Recommendations are given for undergraduate programs. Graduate programs in computer science are discussed, and some recommendations are presented for the development of master's degree programs. Ways of developing guidelines for doctoral programs are discussed, but no specific recommendations are made. The importance of service courses, minors, and continuing education in computer science is emphasized. Attention is given to the organization, staff requirements, computer resources, and other facilities needed to implement computer science educational programs.

KEY WORDS AND PHRASES: computer science courses, computer science curriculum, computer science education, computer science academic programs, computer science graduate programs, computer science undergraduate programs, computer science course bibliographies

OR CATEGORIES: 1.92

	Curriculum 68		Curriculum 78	
	Computer science	Math	Computer science	Math
基础核心课程	计算导论、计算机和程序设计、离散数学、数值计算	微积分、数学分析、线性代数	程序设计1、程序设计2；计算机体系、计算机结构组成、计算机文件系统与处理	微积分、数学分析、线性代数、概率论、离散结构（与逻辑推理有关）
中间课程	数据结构、Prolog语言、计算机组成、系统编程、电路交换理论、数值分析等	概率论		数学分析II、概率与统计

计算机课程体系的演变

人工智能内容在早期计算机课程体系中已经出现，如1968年中“A9 AI, heuristic programming”和1978年中“CS12 AI”

	Curriculum 68		Curriculum 78	
	Computer science	Math	Computer science	Math
前沿课程	formal languages (形式化语言); advanced computer organization(先进计算机结构);analog and hybrid computing(模拟与混合计算); systems simulation(系统仿真); information retrieval(信息检索); computer graphics(计算机图形学); theory of computability(可计算理论); large-scale information systems(大型信息系统); AI, heuristic programming(人工智能与启发式规划)	adv. Calculus(高级微积分)*; alg. Structures(算法结构)*; probability & staistics(概率论与统计)*	computers and society(计算机与社会); OS and computer architecture II(操作系统与计算机体系结构); database management systems(数据库管理系统); AI(人工智能) ; algorithms(算法); software design(软件设计); programming language theory (编程语言理论); automata. Languages, computability(自动机、语言和可计算理论); numerical analysis(数值分析); numerical math(数值计算): linear algebra(线性代数)	
	*two each of CS and math required			

见贤思齐，心有戚戚
 回顾历史不由让人心生感叹，睿智学者在计算机专业课程体系形成之初就将人工智能作为重要的知识领域，让后来人能够沿着这一跑道犹如马拉松一样“接力前行”。

计算机课程体系的演变 (1991年-2013年)

年份	计算机课程知识领域
1991年 (11个知识领域)	算法与数据结构 (Algorithms and Data Structures)、计算机体系 (Architecture)、 人工智能与机器人 (Artificial Intelligence and Robotics) 、数据库和信息检索 (Database and Information Retrieval)、人机交互 (Human-Computer Communication)、数值和符号计算 (Numerical and Symbolic Computation)、操作系统 (Operating Systems)、编程语言 (Programming Languages)、编程语言导论 (Introduction to a Programming Language) (optional)、软件方法学和工程 (Software Methodology and Engineering)、社会伦理和专业实践 (Social, Ethical, and Professional Issues)
2001年 (14个知识领域)	离散数学(Discrete structures)、人机交互 (Human-Computer Interaction)、编程基础 (Programming Fundamentals)、图形学与可视计算(Graphics and Visual Computing)、算法与复杂性 (Algorithms and Complexity)、 智能系统(Intelligent Systems) 、计算机体系与组成(Architecture and Organization)、信息管理(Information Management)、操作系统(Operating Systems)、社会问题与专业实践(Social and Professional Issues)、网络计算(Net-Centric Computing)、软件工程(Software Engineering)、编程语言(Programming Languages)、计算科学(Computational Science)
2013年 (18个知识领域)	算法与复杂度 (Algorithms and Complexity)、计算机结构体系与组织(Architecture and Organization)、计算科学 (Computational Science)、离散数学 (Discrete Structures)、图形与可视化 (Graphics and Visualization)、人机交互 (Human-Computer Interaction)、信息保障与安全 (Information Assurance and Security)、信息管理 (Information Management)、 智能系统 (Intelligent Systems) 、网络与通讯 (Networking and Communications)、操作系统 (Operating Systems)、基于平台的开发 (Platform-based Development)、并行与分布式计算 (Parallel and Distributed Computing)、程序设计语言 (Programming languages)、软件开发基本原理 (Software Development Fundamentals)、软件工程 (Software Engineering)、系统基本原理 (Systems Fundamental)、社会问题与专业实践 (Social Issues and Professional Practice)

计算机课程体系的演变

2001年和2013年计算机课程体系中有关人工智能知识领域的知识点

计算机课程 体系年份	人工智能知识领域所包含知识点
Computing Curricula 2001 (包含14个知识领域)	人工智能这一知识领域包含如下13个知识点：智能系统基础（Fundamental issues in intelligent systems）、搜索与优化（Search and optimization methods）、知识表达和推理（Knowledge representation and reasoning）、学习（Learning）、智能体（Agents）、计算机视觉（Computer vision）、自然语言处理（Natural language processing）、模式识别（Pattern recognition）、先进机器学习（Advanced machine learning）、机器人（Robotics）、知识系统（Knowledge-based systems）、神经网络（Neural networks）、遗传算法（Genetic algorithms）
Computing Curricula 2013 (包含了18个知识领域)	人工智能这一知识领域包含如下12个知识点：智能基本问题（Fundamental issues）、搜索策略基础（Basic Search Strategies）、知识表示和推理基础（Basic Knowledge Based Reasoning）、机器学习基础（Basic Machine Learning）、高级搜索（Advanced Search）、高级知识表达和推理（Advanced Representation and Reasoning）、不确定下推理（Reasoning Under Uncertainty）、智能体（Agents）、自然语言处理（Natural Language Processing）、高级机器学习（Advanced Machine Learning）、机器人（Robotics）、感知与机器视觉（Perception and Computer Vision）

ACM和IEEE-CS联合工作组从2021年开始修订人工智能知识领域及知识点（详见：<https://csed.acm.org/knowledge-areas-intelligent-systems-ai-sigcse-2022-version/>）。在这次修订中，ACM和IEEE-CS联合工作组对人工智能知识领域进行了较大幅度修改，出现了如下趋势：

- 将智能系统（Intelligent Systems）修改为人工智能（Artificial Intelligence），以回应目前人工智能这一术语被广泛使用的客观情况。
 - 神经网络和表示学习越来越受到重视，反映了该领域的最新进展。由于搜索在整个人工智能中的关键作用，它仍然被强调，但符号主义人工智能方法略有减少，以增加有关神经网络等内容。
 - 应该越来越重视人工智能在诸多方面的实际应用（如医学、可持续性、社交媒体等）。
 - 关注人工智能技术对社会所产生的广泛影响，包括人工智能伦理、公平、可信和可解释等方面问题。
 - 考虑到人工智能与其他知识领域在实践中的广泛联系，每个计算机科学学生都应有明确目标来培养基本的人工智能素养和批判性思维
- 包括了基本问题、基本搜索策略、基础知识表示和推理、基础机器学习、应用和社会影响、高级搜索、高级表示和推理、不确定下的推理、智能体、自然语言处理、高级机器学习、机器人、感知和计算机视觉等13个模块。

计算机课程体系中人工智能领域知识点 (13个模块, AI – SIGCSE 2022 Version)

知识模块	知识点
基本问题	人工智能问题概述, 最近成功的AI应用示例; 什么是智能行为; 图灵测试; 理性推理与非理性推理; 智能体本质; 人工智能的哲学问题
基本搜索策略	问题的状态空间表示; 无信息搜索; 启发式搜索 (爬山; 最佳优先搜索; A* 搜索); 搜索算法的空间和时间复杂度; 最小最大搜索; Alpha-beta剪枝搜索
基础知识表示和推理	知识表达类型; 概率推理回顾, 贝叶斯定理与贝叶斯推理
基础机器学习	机器学习任务的定义和示例; 基于统计的监督学习(朴素贝叶斯和决策树); 机器学习优化 (如最小二乘回归); 过拟合问题和正则化; 机器学习评估; 基本神经网络
应用和社会影响	人工智能在广泛问题和不同领域的应用 (如医学、可持续发展、社交媒体等); 人工智能的社会影响
高级搜索	构建搜索树、动态搜索空间、搜索空间的组合爆炸; 随机搜索; 模拟退火算法; 遗传算法; 蒙特卡洛树搜索; 实现束搜索 (beam search)、最小最大值搜索、Alpha-beta剪枝搜索; 期望最大搜索 (MDP求解)
高级表示和推理	命题逻辑和谓词逻辑的回顾 (交叉引用DS/基本逻辑); 分辨率和定理证明 (仅限命题逻辑); 知识表示问题; 描述逻辑; 本体工程; 非单调推理 (例如, 非经典逻辑、默认推理); 论证; 关于行动和变化的推理 (例如, 情况和事件演算); 时空推理; 基于规则的专家系统; 语义网络; 基于模型和案例的推理; 规划
不确定下的推理	基本概率回顾; 随机变量和概率分布; 概率公理; 概率推理; 贝叶斯法则; 条件独立; 知识表示; 精确推理及其复杂度; 随机抽样 (蒙特卡罗) 方法 (如吉布斯采样); 马尔可夫网络; 关系概率模型; 隐马尔可夫模型; 决策理论
智能体	智能体定义; 智能体结构 (如反应、分层和认知); 智能体理论; 理性与博弈论; 智能体决策理论; 马尔可夫决策过程; 软件智能体、个人助理; 学习智能体; 多智能体系统
自然语言处理	确定性语法和随机语法; 解析算法; CFG和图表解析器 (例如CYK); 概率CFG和加权CYK; 基于语料库的方法; N-gram和HMM; 自然应用应用示例: 词性标注和语言形态学; 信息检索; TF* IDF; 查准率和查全率; 信息抽取; 语言翻译; 文本分类
高级机器学习	通用统计学习; 参数估计 (最大似然); 归纳逻辑程序设计 (ILP); 监督学习; 学习决策树; 学习简单的神经网络/多层感知器; 支持向量机; 集成学习; 最近邻算法; 深度学习; 无监督学习和聚类; 半监督学习; 学习图模型; 性能评估 (例如交叉验证和ROC曲线); 学习理论; 过拟合的问题, 维度灾难问题; 强化学习; 机器学习算法在数据挖掘中的应用
机器人	当前机器人系统 (包括传感器和传感器处理等); 机器人控制架构; 世界空间建模和世界空间模型; 传感和控制中的固有不确定性; 轨迹规划和环境地图; 解释传感器数据中的不确定性; 定位; 导航和控制; 运动规划; 多机器人协作
感知和计算机视觉	计算机视觉; 图像采集、表示和处理; 形状表示、对象识别和分割; 运动分析; 音频和语音识别; 识别中的模块化; 模式识别

计算机课程体系的演变

- 从2008年和2013年计算机课程体系可以看出：计算机课程体系这个“大篷”随时间不断扩展，如基于平台的开发、并行与分布式计算、系统基本原理等是2013年中新增加内容。
- 人工智能知识点逐渐变得明晰，在2013年计算机课程体系中明确指出人工智能是一门研究难以通过传统方法去解决实际问题的学问之道，其通过非传统方法解决问题需要利用常识或领域知识的表达机制、解决问题的能力以及学习技巧。为此，需要研究**感知**(如语音识别、自然语言理解、计算机视觉)、**问题求解**（如搜索和规划）、**行动**（如机器人）以及支持任务完成的**体系架构**（如智能体和多智能体）。
- 从1968年计算机课程体系到2013年计算机课程体系可看出，人工智能知识体系的着重点走过了从强调**程序设计**（programming）、到**算法研究**（model）以及**功能赋能**（empower）的不同历史阶段。

一、人工智能历史

二、人工智能课程体系

三、课程内容

四、结论

浙江大学人工智能：1978年计算机系成立



浙江大学计算机学科创建者
中国人工智能研究开拓者何志均先生
(1923-2016)



1978年招生人工智能硕士研究生准考证和浙江大学计算机学院第一批五位硕士研究生合影

关于系的设置方案(1)

1978年6月 日

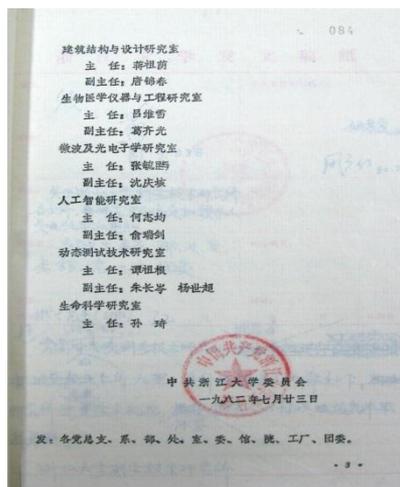
系 的 名 称	计算机科学与工程学	教师总数	40人
学科基础	数学(包括微分方程、概率论、运筹学等)、电子线路、物理学、电子计算机科学。		
主要内 容	现代电子计算机作为一个信息加工系统是由“硬件”和“软件”两部分组成,“硬件”是实体(包括计算机及其附属部件),“软件”是信息(程序及数据)。计算机和科学主要研究用抽象的符号来表征信息的方法,以及运用这些符号和适当的“语言”来表述信息加工方法和信息加工机的描述和设计,也研究人的智能(如认识、学习等)的模拟。		
研究方 向	<ol style="list-style-type: none"> 研究人工智能理论,设计出新型计算机。 研究语言和自动的理论、信息结构、语言和自动的形式模拟及其硬件的实现。 自编译系统的研究。 		
专业或专门化	培 养 目 标 (业 务 要 求 与 制 定)		
数 学 建 议	具备计算机科学的理论基础和电子技术方面的基本技能,侧重计算机软件,掌握数学逻辑口性能及其相互连接的逻辑功能,今后着重于从事计算机软件,计算机应用的接口以及微处理机应用等方面的设计工作。		
计 算 机 系 统	除了具有计算机科学的理论基础以外,对于计算机硬件与软件两方面都有一定掌握,了解硬件与软件之间的相互关系,毕业后着重于参加计算机系统以及信息加工系统的设计与科研工作。		
程 序 系 统	具有一定的计算机科学理论基础和数学基础,侧重软件,掌握程序设计技能,并较好的理解操作系统和汇编语言,包括数据结构和语言、操作系统控制程序和系统程序设计,毕业后着重于参加计算机软件的研究,并进一步培养为计算机科学研究人员。		

**创系之初建设方案:
研究人工智能理论、
设计新型计算机**

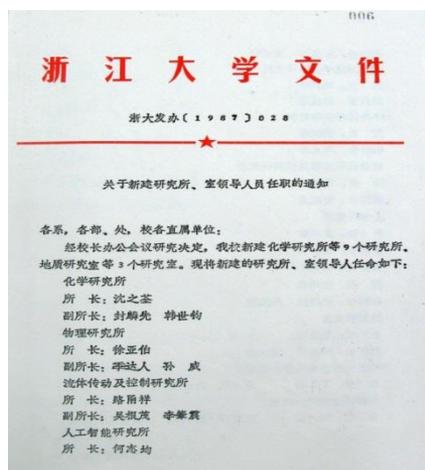


第一批毕业五位硕士研究生与何先生合影

浙江大学人工智能：1987成立浙江大学人工智能研究所



1982年浙大计算机系成立第一个研究机构
人工智能研究室



1987年成立浙江大学
人工智能研究所

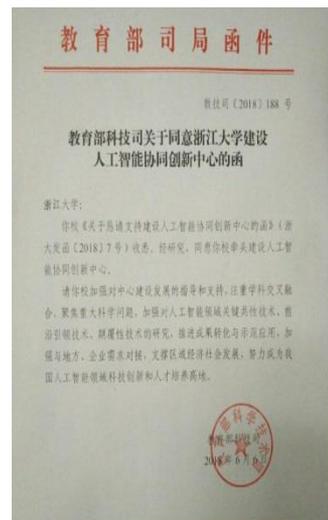
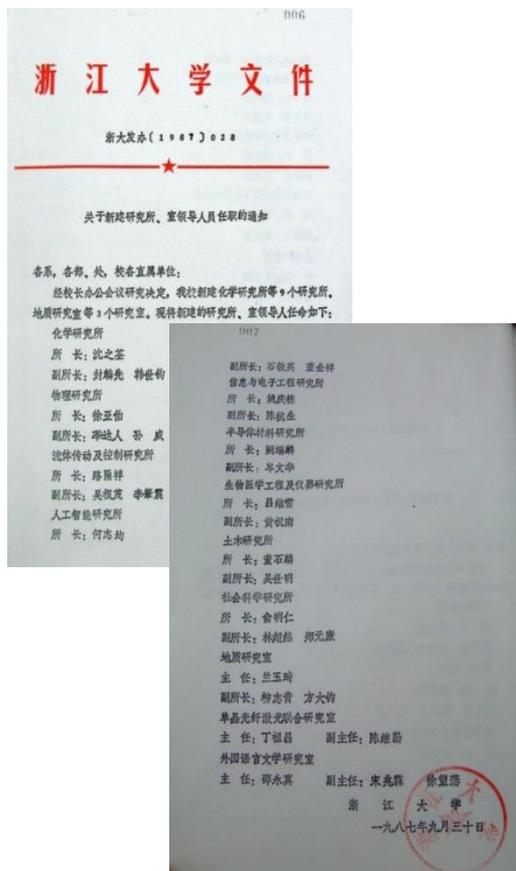
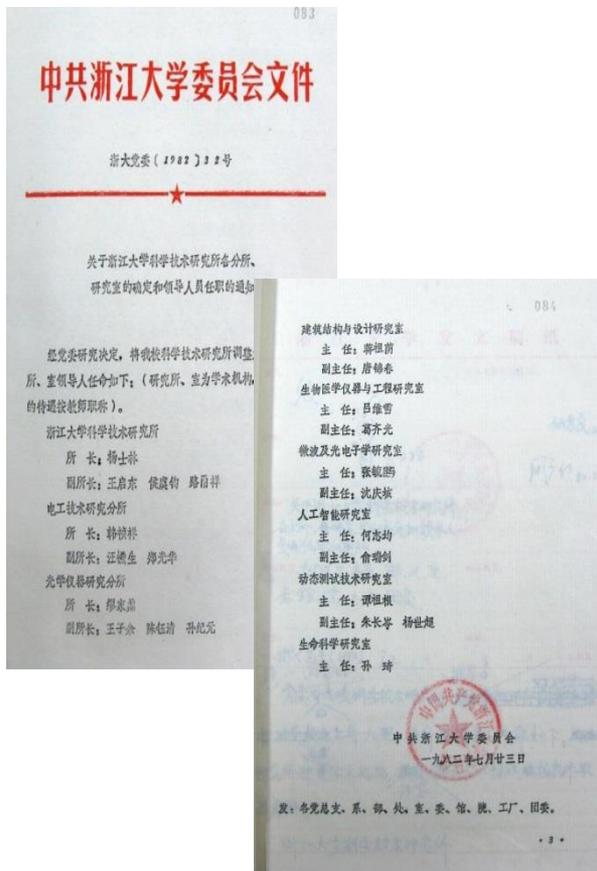


人工智能研究所成立之初
全体人员合影



人工智能研究所2018年全体人员合影

从研究室(1982)、到研究所(1987)、到协同创新中心(2018年)



1982年6月
人工智能研究室

1987年9月
人工智能研究所

2018年6月
人工智能协同创新中心

计算机领域本科教育教学改革试点工作计划（“101计划”）

“101计划”

计算机领域本科教育教学改革试点工作计划

- “打一次攻坚战、做一次歼灭战、完成一次保卫战，用两年时间，把全部核心课程的教材建设好”
- “在未来的101计划当中，成为**中国学科建设和教育改革的一项品牌**”



课程负责人

 1. 计算概论 战德臣 哈尔滨工业大学 国家“万人计划”教学名师	 7. 计算机组成与系统结构 刘卫东 清华大学 北京市教学名师
 2. 数据结构 俞勇 上海交通大学 国家“万人计划”教学名师	 8. 编译原理 张莉 北京航空航天大学教授
 3. 算法设计与分析 汪小林 北京大学教授	 9. 计算机网络 吴建平、徐明伟 清华大学教授
 4. 离散数学 王捍贫 北京大学教授	 10. 数据库系统 杜小勇、陈红 中国人民大学教授
 5. 计算机系统概论 袁春风 南京大学教授	 11. 软件工程 毛新军 国防科技大学教授
 6. 操作系统 陈向群 北京大学	 12. 人工智能引论 吴飞 浙江大学教授

中国特色·世界一流·101风格

计算机领域本科教育教学改革试点工作计划（“101计划”）

/ 项目概况 /

核心内容

- **课程与教学教材的建设：**充分借鉴国际先进课程和教材建设资源和经验，成立本土化“核心课程建设及教材写作”团队，用3-5年时间形成有中国特色计算机学科本科优质课程和教材。
- **教学研讨和教师培训：**通过历史数据、现场听课、考察学生实践等方式，对相关核心课程的教学内容、教学方法、学生学习状态、创新能力培养等进行考察，依托虚拟教研室等数字化平台，探讨课程建设的关键点，进行教师研讨、教师培训等工作。

定位

**以学生为本、聚焦教学
剖析课堂、赋能教师**

12门课程，50个知识点，1所牵头高校

❖ 12门课程

参考国内外知名高校计算机专业培养方案，确定12门左右核心课程。

❖ 50个知识点

将每门课程分解成50个左右的关键知识点，为每个知识点撰写详细的教学内容。

❖ 1所牵头高校

每门课程组建一个教学建设团队，采取由1所高校牵头，多所高校参与的建设模式。

计算机领域本科教育教学改革试点工作计划（“101计划”）

/ 工作内容 /

核心课程体系建设

集中国内优势力量，建设好12门优秀课程，形成完整的计算机核心课程体系，包括课程知识点建设、在线资源建设、实践平台建设等。

核心教材体系建设

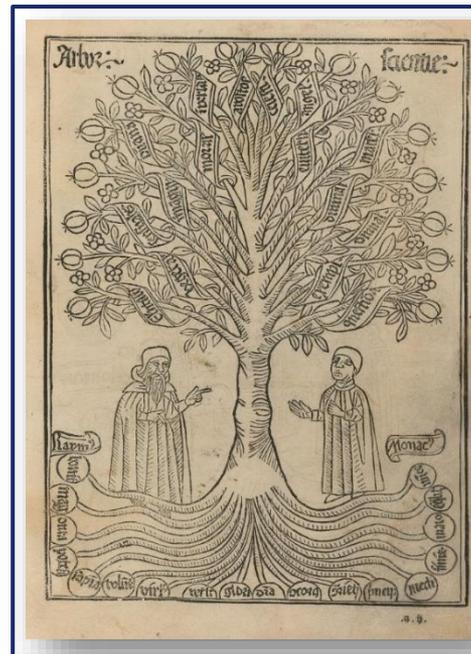
每门课程均成立教材编写组，由课程负责人牵头，吸收约10所成员高校教师参加。
每门课程规划建设1~3种主教材，课程负责人负责组织大纲审定、样章审定以及教材全书内容把关，成员高校教师协同分工、一体化建设教材内容、课程教学资源和实践教学内容。

课堂教学效果提升

每门课程均成立课堂提升组。通过现场听课和研讨等课堂提升活动，在课堂教与学的质量上有可测量的、有显示度的提升，培养一批优秀的核心课程授课教师。
现场听课：所有课程现场听课
教学研讨：各单位轮流组织教学
教师培训：组织专家团对听课专家和教师培训

知识点：人类认知的基石

- 认知是人类智能的重要表现，其基石和燃料是规范化的知识（如概念、属性和关系等），**基于规范化知识就可形成对学习对象的理解和分类**。认知这个单词“cognition”来源于拉丁语“cognitio”，表示学习和知识。古希腊哲学认为人类理解世界的途径源于“学习技能”和“解释已得知识”两种途径，从而“开始知道”。
- 早在13世纪末，加泰罗尼（现西班牙境内）诗人、哲学家、逻辑学家雷蒙·卢尔（Ramon Llull）提出了**对知识进行规范化描述的“知识树（Tree of Knowledge）或科学树（Tree of Science）”**，这是目前最早的一种知识规范化努力，即如笛卡尔所言“**人类思想字母表（alphabet of human thought）**”。



人类知识由十六棵树组成。前十四棵树分别表示现实世界中某一类别所包含的不同层次知识概念，如原子类、植物类、动物类、感性类、人类、道德类、神类等。另外两棵树分别是示例树（examples）和问题树（questions）。

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 团队情况 /

15

所参与高校

40

名参与教师

3

本教材

参与高校	参与教师	教材
浙江大学	吴飞、况琨、王东辉、赵洲	《人工智能引论》（吴飞 潘云鹤）
北京大学	李文新、刘家瑛	
清华大学	刘洋、李建民	
北京理工大学	黄河燕、毛先领、李侃、史树敏	
哈尔滨工业大学	李钦策、李海峰、张宇	
上海交通大学	张丽清、高岳	
电子科技大学	李文、宋井宽	
西安交通大学	鲍军鹏、相明、朱晓燕、辛景民、魏平	《人工智能架构与系统》（郑南宁）
同济大学	苗夺谦、张红云、赵才荣、武妍、王俊丽	
武汉大学	谢榕、彭敏	
西安电子科技大学	焦李成、慕彩虹、刘若辰、李阳阳	《智能计算模型与理论》（焦李成）
中国人民大学	宋睿华	
复旦大学	危辉、邱锡鹏	
华中科技大学	何琨	
湖南大学	许莹	

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 课程知识点 /



以“厚基础、强交叉、养品行、促应用”为理念

知识点模块	模块一	人工智能发展历史	<ul style="list-style-type: none">• 10个模块• 63个知识点 (其中包含9个进阶知识点)• 建议学习课时48-64
	模块二	知识表达与推理	
	模块三	搜索探寻与问题求解	
	模块四	机器学习	
	模块五	深度学习	
	模块六	强化学习	
	模块七	人工智能博弈	
	模块八	人工智能伦理与安全	
	模块九	人工智能架构与系统	
	模块十	人工智能应用	

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 知识点脉络 /

以“厚基础、强交叉、养品行、促应用”为理念



以其昭昭、使人昭昭

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 知识点详解 /

知识点模块及大纲	模块一	人工智能发展历史	<ul style="list-style-type: none">介绍可计算理论、图灵机模型和图灵测试、人工智能主流算法（符号主义、连接主义和行为主义）、中外人工智能发展重要事件。
	模块二	知识表达与推理	<ul style="list-style-type: none">介绍知识表示方法、一阶谓词逻辑推理、知识图谱推理和因果推理基础。
	模块三	搜索探寻与问题求解	<ul style="list-style-type: none">介绍贪婪最佳优先搜索、启发式搜索A*搜索、搜索算法的性能分析、Minimax搜索、Alpha-Beta剪枝搜索和蒙特卡洛树搜索。
	模块四	机器学习	<ul style="list-style-type: none">介绍机器学习模型评估与参数估计、线性回归模型、聚类、有监督降维、无监督降维等。
	模块五	深度学习	<ul style="list-style-type: none">介绍感知器模型、反向传播算法、卷积神经网络、循环神经网络、注意力机制、网络优化与正则化、网络结构搜索等。
	模块六	强化学习	<ul style="list-style-type: none">介绍马尔科夫决策过程、贝尔曼方程、基于表格求解法的策略学习、强化学习中探索与利用的平衡、基于近似求解法的策略学习以及典型深度强化学习方法。
	模块七	人工智能博弈	<ul style="list-style-type: none">介绍纳什均衡等博弈论概念、博弈策略求解算法和博弈规则设计。
	模块八	人工智能伦理与安全	<ul style="list-style-type: none">介绍可信人工智能、人工智能可解释性和算法攻击与防守。
	模块九	人工智能架构与系统	<ul style="list-style-type: none">介绍人工智能算法支撑技术链、人工智能芯片（GPU、XPU和类脑芯片等）和分布式深度学习优化等内容。
	模块十	人工智能应用	<ul style="list-style-type: none">介绍和实现自然语言中的机器翻译、视觉理解中的图像分类、机器人中的行为控制、科学计算以及语言大模型等具体例子。

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 第一章介绍 /

“我们必须知道，我们必将知道”——大卫·希尔伯特 (*David · Hilbert*)

人工智能概述

- 人工智能的起源
- 可计算载体：形式化与机械化
- 智能计算方法
- 新一代人工智能

二十世纪初，可计算思想的提出促进了原始递归函数、 λ -演算和图灵机等“计算载体”的诞生。其中图灵机以机械自动的方式进行“计算”，为现代计算机理论模型奠定了基础，宣示着自动计算时代的到来，为人工智能领域提供了“机器载体”。

延伸阅读

当前是从过去拔萃出来的投影

/ 第二章介绍 /

“擢虑不疑，说在有无” —— 《墨辨·经下》

知识表达与推理

- 知识表示方法
- 命题逻辑
- 谓词逻辑
- 知识图谱推理
- 概率图推理
- 因果推理

这里的“擢”即抽引，表示从一个典型个别事例中抽引出一个一般命题（虑），这种归纳推理的方式不用怀疑，因为其理由或根据是“与典型事例同类的事物联系是存在，还是不存在”。

延伸阅读

推理即计算

/ 第三章介绍 /

“故记诵者，学问之舟车也” —— 章学诚（清）《文史通义》

搜索探索与问题求解

- 搜索基本概念
- 贪婪最佳优先搜索
- A*搜索
- Minimax 搜索
- alpha-beta剪枝算法
- 蒙特卡洛树搜索

搜索算法通过模拟智能体的一系列动作，按照一定规则探索智能体的所有可能行动，直到找到一种满足约束限制的解法，以此来指导智能体的行动。

延伸阅读

突破组合爆炸之难与陷入地平线问题之困

/ 第四章介绍 /

化繁为简、大巧不工 The object of statistical methods is the reduction of data ——(Ronald Aylmer Fisher)

机器学习

- 机器学习基本概念
- 模型评估与参数估计
- 回归分析
- 决策树
- K均值聚类
- 监督学习：特征降维（线性判别分析）
- 无监督学习：特征降维（主成分分析）
- 演化学习

让机器具有不需要明确编程而具有的一种学习能力 (*The ability to learn without being explicitly programmed*)

延伸阅读

二战中德军每个月生产多少坦克？

“101计划”核心课程建设：人工智能引论

/ 第五章介绍 /

一起激发的神经元连在一起 Neurons that fire together, wire together ——(Donald Hebb)

神经网络与深度学习

- 人工神经网络概述
- 前馈神经网络
- 神经网络参数优化
- 卷积神经网络
- 循环神经网络
- 注意力机制
- 神经网络正则化
- 深度学习在自然语言和计算机视觉应用

深度学习通过“端到端(end to end)”学习方式、以“层层递进、逐层抽象”方法形成原始数据的有效特征表达，其基本动机在于通过构建多层网络来学习隐含在数据内部的关系。

延伸阅读

爬上树梢与攀登月球

/ 第六章介绍 /

谋定而后动，知止而有得

强化学习

- 强化学习问题定义
- 基于价值的强化学习
- 基于策略的强化学习
- 深度强化学习应用

智能体通过“尝试与试错”和“探索与利用”等机制最大化序贯式行为的奖励，通过贝尔曼方程、马尔可夫决策过程与试错法把最优化原理控制和试错学习优化整合为一个框架。

延伸阅读

最优化之策与试错术之谏的姻缘结合

/ 第七章介绍 /

两害相权取其轻，两利相权取其重

人工智能博弈

- 博弈论的相关概念
- 博弈策略求解
- 博弈规则设计
- 非完全信息博弈的实际应用

研究博弈行为中最优的对抗策略及其稳定局势，推动机器学习从“数据拟合”过程中以“求取最优解”为核心向博弈对抗过程中以“求取均衡解”为核心的转变

延伸阅读

规避随机性与命运：骰子占卜到算法博弈

/ 第八章介绍 /

未雨绸缪·成己成物

人工智能伦理与安全

- 人工智能伦理
- 人工智能模型安全
- 人工智能可解释性

人工智能正创造和形成人与机、机与机以及人机共融新的社会形态，要加强人工智能伦理建设，为人工智能发展提供有力安全技术保障。

延伸阅读

人有人的用处（数学家和哲学家诺伯特·维纳（Norbert Wiener））

/ 第九章介绍 /

君子性非异也 · 善假于物

人工智能架构与系统

- 人工智能基础软硬件框架
- 人工智能芯片
- 人工智能系统

人工智能算法正快速与芯片、基础软件（如编译）、模型（编程框架）和应用等融合，这些层次相互关联，构成了一个完整的人工智能系统。

延伸阅读

咸与维新：计算机体系架构的黄金时代

/ 第十章介绍 /

凡贵通者，贵其能用之也

人工智能应用

- 语言基础模型（大模型）
- 自然语言中的机器翻译
- 图像分类与视觉对象定位
- 语音识别与合成
- 科学计算
- 跨媒体智能
- 机器人控制

人工智能1956年从达特茅斯启航，今天正在对经济发展、社会进步产生重大而深远的影响，以润物细无声之势潜入寻常百姓家。

延伸阅读

人工智能效应之奇怪悖论

《人工智能引论》十篇章尾延伸阅读

当前是从过去拔萃出来的投影

最优化之策与试错术之谏的姻缘结合

推理即计算

规避随机性与命运：骰子占卜到算法博弈

突破组合爆炸之难与陷入地平线问题之困

人有人的用处

二战中德军每个月生产多少坦克？

咸与维新：计算机体系架构的黄金时代

爬上树梢与攀登月球

人工智能效应之奇怪悖论



《人工智能导论》附录1：进阶知识点目录

10个模块以及63个知识点中包含了若干进阶知识点。由于进阶知识点内容较为复杂，本书以“**卡片式**”风格来介绍9个进阶知识点：**Ada Boosting算法、非负矩阵分解、主题建模、隐马尔可夫模型、朴素贝叶斯概率图模型、生成式对抗学习、图神经网络、多智能体博弈和人工智能体 (AI agent)**等进阶知识点。在介绍中先阐述该知识点拟解决问题，然后以概略介绍知识点内容。

笔者勤勤恳恳，在教材写作中不敢有丝毫懈怠。深夜航班舷窗外皎洁的月光、假日宁静校园办公室中键盘敲击的旋律、风驰电掣高铁外掠过的暮色壮美山河、互联网中探索知识海洋的喜悦、七尺讲台上经历的春夏秋冬之时光，以及日常忙碌中家人的体谅照顾，这些点滴岁月都是本人曾经和正在经历的感动、热爱和坚强的时刻。

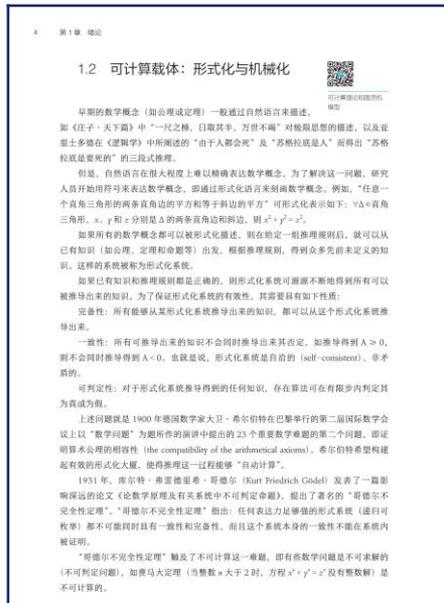
摘自《人工智能引论》前言

关于进阶知识点算法核心流程以及用来解决实际问题的样例内容，可访问相关[数字资源](#)进一步了解。

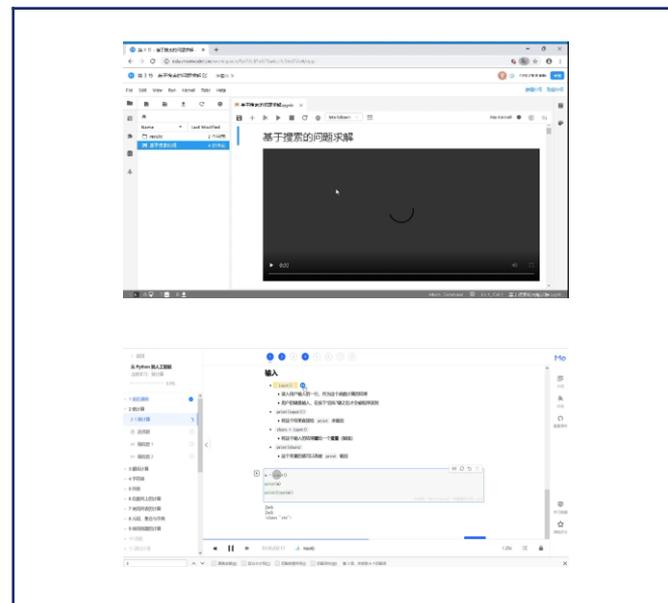
以知识点为中心的数字化教学资源集成 (PPT、微视频、实训案例)



数字化图书



内嵌知识点微视频



智海-Mo平台(momodel.cn)

- 将代码、文档、数学方程和可视化内容集成，让用户对数字资源一目了然
- 对Jupyter notebook进行了深度定制和修改，集成Julia、Python和R三种语言集成环境

国家级首批线上一流本科课程《人工智能：模型与算法》



国家精品 人工智能：模型与算法

分享   

第12次开课 ▾

开课时间：2024年02月26日 ~ 2024年06月17日

学时安排：1-2小时每周

距离开课还有 35 天

已有 474 人参加

认证学习

 认证成绩和证书

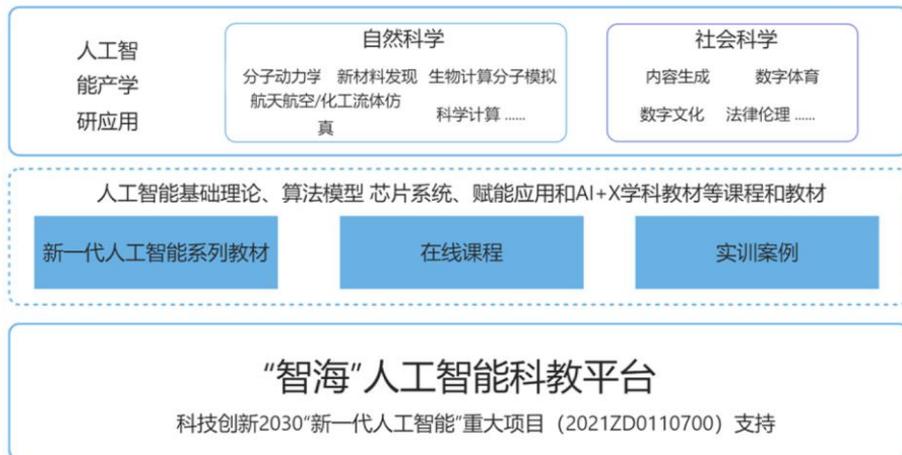
 智能问答和解析

 视频学习辅助

立即参加

2018年11月开设，每年上半年和下半年分别开设1次线上课程、每次16周，已经开设11次，累计16万人次选课

新一代人工智能科教平台智海



支持包括国产软硬件
体系人工智能框架



智海发布



<https://momodel.ai/>

在科技创新—新一代人工智能重大项目支持下，研制人工智能实训平台智海，推动培养AI+X学科交叉人才、建设教材体系、构造虚拟教研室、营造开源社区、支持实训实践、支持国产软硬件体系等工作

从公开课、到讲义到教材到平台，不断迭代



爱课程网站

4 人工智能模型与算法
木易222333
54 0

16 人工智能模型与算法
木易222333
9 0

10 人工智能模型与算法
木易222333
18 0

26 人工智能模型与算法
木易222333
17 0

27 人工智能模型与算法
木易222333
13 0

公开课视频



人工智能导论：模型与算法



智海-Mo平台(momodel.cn)



101计划核心课程教材
人工智能引论

高等学校计算机类专业人才培养战略研究报告暨核心课程体系



全面介绍了“101计划”重点建设的12门核心课程的知识体系，对每门课程的教学内容、教学目标和教学安排进行了简要介绍，并详细罗列了每门课程包含的若干重要知识点，给出了每个知识点的内容和能力目标，并明确了知识点间的关联

课程实训：知其意，悟其理，守其则，践其行

The screenshot shows the Mo course interface for 'Introduction to Artificial Intelligence'. At the top, there is a navigation bar with 'Mo' and links for '课程', '项目', '数据集', '讨论', and 'AI评测'. Below this, a blue header contains the course title '人工智能引论' and a gear icon. A white box below the header displays the course title '人工智能引论', a clock icon, '10章节 | 9课时', and '31人此刻正在线上学习'. Below this, there are two tabs: '课程介绍' (selected) and '课程目录'. Under the '课程介绍' tab, there is a section titled '课程简介' with a blue dot icon. The text describes AI as a strategic technology and driving force for technological revolution and industrial change, characterized by interdisciplinary integration, high penetration, and high complexity. It also provides the URL for the course practical assignment: <https://mo.zju.edu.cn/classroom/class/65040b165bb7f277981396c6>.

<https://mo.zju.edu.cn/classroom/class/65d811402b0dde6bb0eac218?&activeKey=section>

- 平时作业35分，课堂考勤5分，期末考试60分
- 一共设置五个实训题目，在智海-Mo完成

提纲

一、人工智能历史

二、人工智能课程体系

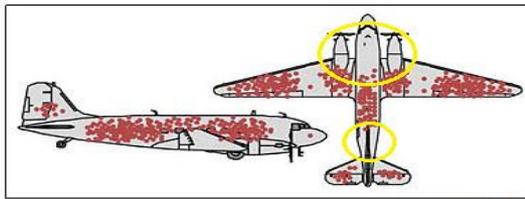
三、课程内容

四、结论

人工智能之不能的若干原因：数据偏差

- 数据偏差(bias)使得传统预训练模型是关联驱动，成为机器学习中要克服的固有难点

幸存者偏差 (survivorship bias)

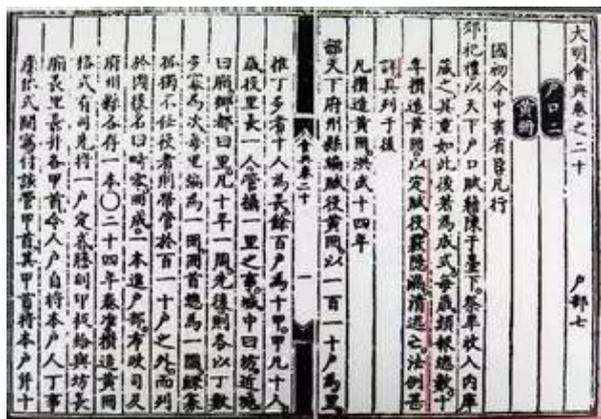


Credit: Cameron Moll

Gentlemen, you need to put more armour-plate where the holes aren't because that's where the holes were on the airplanes that didn't return - Abraham Wald 1942.

- 二战期间，为了加强对战机的防护，英美军方调查了返航飞机上弹痕的分布，发现返航幸存飞机中机翼上弹痕最多、发动机引擎上几乎没有弹孔，因此军方建议要加强机翼的防护。
- 美国哥伦比亚大学统计学教授沃德(Abraham Wald)力排众议，指出更应该加强弹痕少的飞机机尾引擎部位防护，因为这些部位一旦受到重创，很难有机会返航

人工智能之不能的若干原因：明朝数据“光速”入清廷



明代黄册

朱元璋设计的不可更改祖制，承担着维系职业世袭制，防止百姓自由迁徙，保证国家税收作用



明朝大数据中心

公元1645年，清军攻占南京后，对存放于玄武湖的黄册库很感兴趣，打开黄册库房看后，没想到黄册上所记录人口、田产等信息已经编排到了崇祯二十四年，而明朝末代皇帝朱由检早于崇祯十七年留下“皆诸臣之误朕也”怨恨，在煤山自缢而死，黄册记录信息已“人为超前”了七年之久。原来那些造假成习惯的明朝官员，却已经把“崇祯二十四年”的黄册都造好，就等着到时候交上去凑数！

人工智能之不能的若干原因：知其然且知其所以然



公鸡打鸣与太阳升起

1973年伯克利本科生录取率

	男生		女生	
	申请数	录取率	申请数	录取率
整体	8442	44%	4321	35%

男生录取率(44%)远高于女生(35%)

学院	男生		女生	
	申请数	录取率	申请数	录取率
A	825	62%	108	82%
B	560	63%	25	68%
C	325	37%	593	34%
D	417	33%	375	35%
E	191	28%	393	24%
F	373	6%	341	7%

六个最大的院系中，4个院系女生录取率大于男生。如果按照这样的分类，女生实际上比男生的录取率还高一点点。

伯克利本科生录取率之谜：Simpson's Paradox (辛普森悖论)

人类智能与机器智能存在巨大不同

大数据、小任务；小数据、大任务

莫拉维克悖论(Moravec's paradox): 困难的问题是易解的, 容易的问题是难解的

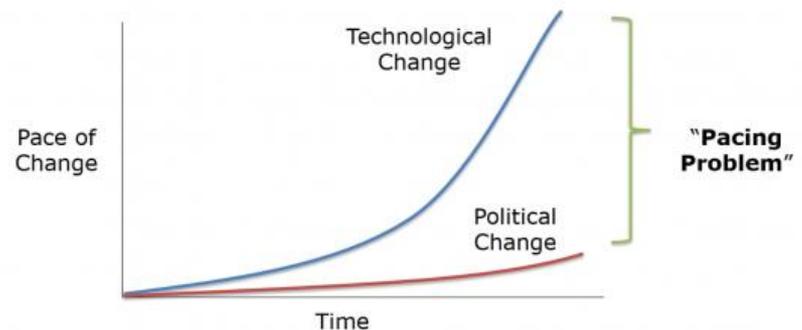
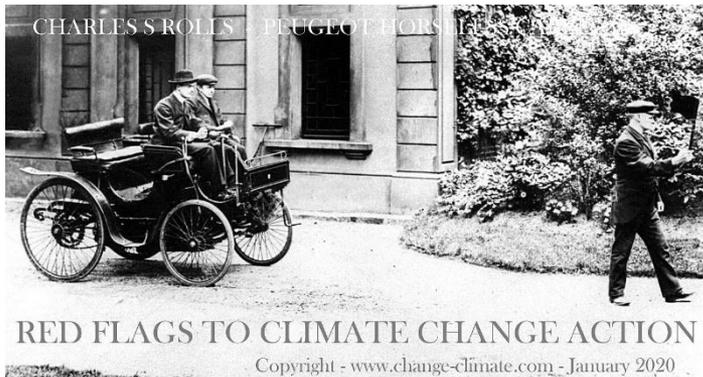
人类大脑	机器智能
self-learning	learning by examples
adaptation	routine
common sense	No
intuition	logic
...	...

见一叶落, 而知岁之将暮; 审堂下之阴, 而知日月之行, 阴阳之变; 见瓶水之冰, 而知天下之寒, 鱼鳖之藏也

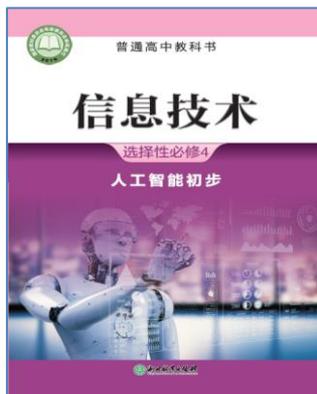
《淮南子说山训》

人工智能：技术与社会双重属性

- 红旗法案（Red flag traffic laws）：1865 年英国议会通过了一部被称为“红旗法案”的《机动车法案》。这个法案规定：每一辆在道路上行驶的机动车，必须由3 个人驾驶，其中一人必须在车前面50米以外做引导，并且这个人还要用红旗不断摇动为机动车开道（提示人们危险将近），并且汽车速度每小时不能超过6.4公里。红旗法案的结果是把汽车当马车用，使得汽车工业发展几乎处于停滞状态，在英国汽车发展史上留下了可悲的一页。
- 科林格里奇困境（Collingridge’s Dilemma）：英国技术哲学家大卫·科林格里奇（David Collingridge）在1980 年出版的《技术的社会控制（The Social Control of Technology）》一书的“前言”中写道：我们不能在一种技术生命早期阶段就预言到它的社会后果。然而，当我们发现其不好的后果之时，技术通常已经成为整个经济与社会结构的一部分，以至于对它的控制变得极端困难。这就是控制的困境。当容易进行改变时，对它的需要无法得以预见；当改变的需要变得清楚明了之时，改变已经变得昂贵、困难而且颇费时日。



高中信息技术《人工智能初步》教材



吴飞，《人工智能初步》（普通高中教科书信息技术教科书），
浙江教育出版社(书号：ISBN 978-7-5536-9871-7)，2019年12月

第一章 智能之路：历史与发展	
1.1 人工智能的起源	5
1.2 人工智能的现状与发展	10
第二章 智能之源：算法与模型	
2.1 类脑计算	25
2.2 逻辑推理	27
2.3 基于搜索的问题求解	42
2.4 决策树	50
2.5 回归分析	56
2.6 贝叶斯分析	63
2.7 神经网络学习	71
2.8 混合增强智能	78
第三章 智能之力：赋能之术	
3.1 对数据进行挖掘：知识生成	89
3.2 对数据进行学习：模式识别	96
3.3 对数据进行合成：创意智能	106
第四章 智能之用：服务社会	
4.1 社会生活智能化	
4.2 自然语言理解：机器翻译	
4.3 智能模拟：人机博弈	
4.4 智能控制：无人驾驶系统	128
4.5 混合智能：人机接口	131
4.6 人工智能发展对社会的潜在影响	135
第五章 智能之基：伦理与安全	
5.1 概述	145
5.2 人工智能伦理	146
5.3 人工智能安全	149

知其意，悟其理，守其则，践其行

教材在浙江全省以及北京、辽宁、山东、山西、湖南、湖北、云南、广东、河南、甘肃等10个省份地区使用

《走进人工智能》有声通识读物十五讲



高等教育出版社
浙江教育电子音像出版社

浙江大学上海高等研究院
SHANGHAI INSTITUTE FOR ADVANCED STUDY
ZHEJIANG UNIVERSITY

浙江理工大学
ZHEJIANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

本栏自己在喜马拉雅平台正式上线

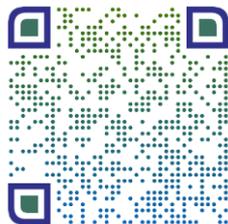
走进人工智能

有声通识十五讲

吴飞
浙江大学教授
浙江大学上海高等研究院常务副院长
浙江大学人工智能研究所所长

Artificial Intelligence

2022年1月，为抢抓国家人工智能发展重大战略机遇，主动适应国家人才培养战略需求，构筑人工智能创新后备力量培育优势，推进人工智能前沿科技普及，探索有声通识内容传播，提高青少年人工智能学习兴趣与科学素养。近日，联合高等教育出版社，打造了原创人工智能前沿科普有声通识数字栏目《走进人工智能》，截止目前，收听人次达21W+。2022年下半年，开始筹备纸质书籍的出版。



扫码收听

第0讲 发刊词	第8讲 从个体智能到群体智能：整体大于部分总和
第1讲 从机器人偶到图灵机模型：迈向自动计算时代	22 自私个体之间的合作：进化过程架构师
01 古希腊机器人偶与先秦儒师造人	23 群智之力量：验证码识别与蛋白质合成
02 万物虽新数，万物皆可算？	24 无限猴子定理：盲目与共识
03 图灵测试：唯智不可量	第9讲 从知其然到知其所以然：因果推理
第2讲 原点：从达特茅斯启航	25 辛普森悖论：伯克利招生录取率之谜
04 达特茅斯会议：扬帆启航	26 公鸡打鸣与太阳升起：非因非果
05 严冬来临：通用机器人是海市蜃楼么？	27 东风不与周郎便
06 知识水晶球：符号主义人工智能的雄心壮志	第10讲 从单通道独奏到多通道协同：跨媒体计算
第3讲 从专家系统到深蓝：在逻辑推理与优化搜索中成长	28 麦格克效应：闻其音、见其颜、悟错意
07 逻辑推理：从已知到未知	29 快乐物质多巴胺的紊乱
08 专家系统小试牛刀：只专不通	30 一幅画胜千言字？
09 深蓝的胜利：突破组合爆炸的困境	第11讲 从摩尔定律到黄氏定律：人工智能算力之源
第4讲 从信息载体到智能燃料：数据的蝶变	31 达依尔的麦粒：指数爆炸
10 从数据到政治：战国平染法和明朝黄册库	32 摩尔定律：芯片中晶体管数目增长速度
11 大数据与小数据：幸存者偏差的启示	33 黄氏定律：人工智能算力增长速度
12 计算范式变革之旅：实验、方程、仿真、算技	第12讲 从硅基之力到碳基之巧：智能的混合增强
第5讲 从机器学习到学习机器：智能算法的心之所向	34 认识你自己：因生而为人
13 规则指导下的人脸识别：让知识被机器可读	35 脑启发计算：他山之石
14 模型定义下的人脸识别：四个参数画大象	36 混合增强智能：人类是智能的总开关
15 数据驱动下的人脸识别：奥卡姆剃刀之化繁为简	第13讲 科学第三极：美美与共的科学计算
第6讲 从华丽转身到炼金术之困：深度学习	37 从天气预报工厂联想到全球气候变暖诺奖折冠
16 第一次知道了“我们是怎么知道的”	38 狄拉克预言后的奋进：AI 助力科学发现
17 深度学习崛起：算法、数据、算力	39 我们必须知道，我们必须知道
18 炼金术之困：爬上树梢与攀登月球	第14讲 人工智能的双重属性：技术价值非中立
第7讲 从最优解到均衡解：博弈论拥抱人工智能	40 红狼法案与机器人三定律
19 纳什均衡：消息“看不见的手”	41 人工智能治理：算法向善
20 囚徒困境：“理性经济人”在沉默与认罪之间角力	42 突破科林格里奇困境：勿谓言之不预
21 阿尔法家族博弈战：从完全信息到非完全信息	第15讲 人工智能、教育先行：成天下之才
	43 计算思维：创意中学习
	44 能有所合谓之能

科普通识读物《走进人工智能》

人工智能包含内容博大恢弘、精彩纷呈，“至小有内、至大无外”：人工智能可以是思维方式、赋能系统、孩童游戏、中学课程、大学本科专业、开源代码平台，以及我们每个人每天所生活的空间“智能社会”。

《走进人工智能》定位面向非专业人士的人工智能科普读物，本书从人工智能历史发展脉络、技术手段形态、学科交叉研究和创新人才培养四个方面及其交叉讲授人工智能基础知识。通过将硬核知识、技术方法与人文历史、人物故事有机融合，理顺人工智能纵向发展脉络与横向科学轮廓。帮助读者理顺人工智能的发展脉络，厘清人工智能的核心技术方法，看懂人工智能与其他学科交叉碰撞所引发的社会生活变化，从“成天下之才”的角度给青少年读者提供学习建议，树立其科学理想，端正其科学态度，培养其科学思维。

作者：吴飞
出版社：高等教育出版社
书号：9787040595550
字数：200千字



科普通识读物《走进人工智能》：章节目录

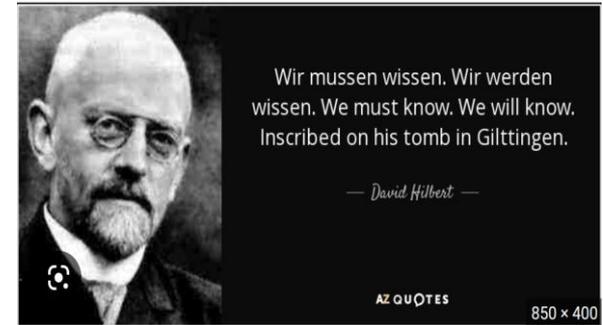
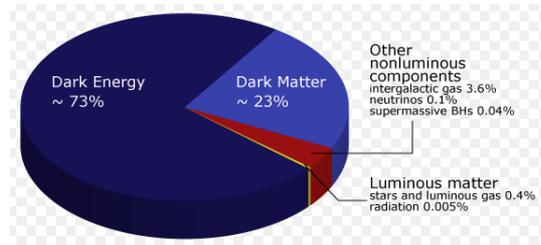
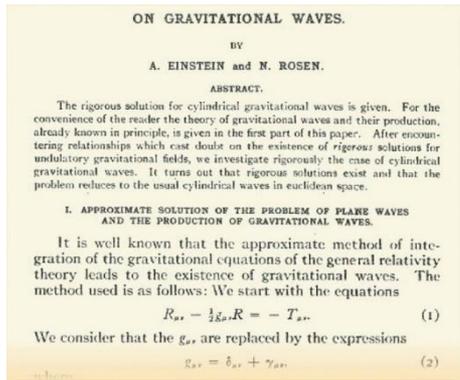
潘云鹤院士作序：未来将是人和人工智能共同进化的时代...科学普及将人类进化中累积知识转化为人和人造物的力量



国家新一代人工智能战略咨询委员会主任，中国工程院原常务副院长，浙江大学原校长潘云鹤院士为《走进人工智能》撰写序言！

- 前言：走进人工智能
- 第一篇 从机器人遇到图灵机模型：迈向自动计算时代
- 第二篇 原点：从达特茅斯启航
- 第三篇 从专家系统到深蓝：在逻辑推理与优化搜索中成长
- 第四篇 从信息载体到智能燃料：数据的蝶变
- 第五篇 从机器学习到学习机器：智能算法的心之所向
- 第六篇 从华丽转身到炼金术之困：深度学习
- 第七篇 从最优解到均衡解：博弈论拥抱人工智能
- 第八篇 从个体智能到群体智能：整体大于部分总和
- 第九篇 从知其然到知其所以然：因果推理
- 第十篇 从单通道独奏到多通道协同：跨媒体计算
- 第十一篇 从摩尔定律到黄氏定律：人工智能算力之源
- 第十二篇 从硅基之力到碳基之巧：智能的混合增强
- 第十三篇 科学第三极：美美与共的科学计算
- 第十四篇 从预测决策到内容合成：ChatGPT的涌现之力
- 第十五篇 人工智能的双重属性：技术价值与社会价值的统一
- 第十六篇 人工智能、教育先行：成天下之才

吾生也有涯、而知也无涯：我们必须知道、我们必将知道



爱因斯坦于1937年在论文《论引力波 (On Gravitational Waves)》预言了引力波存在

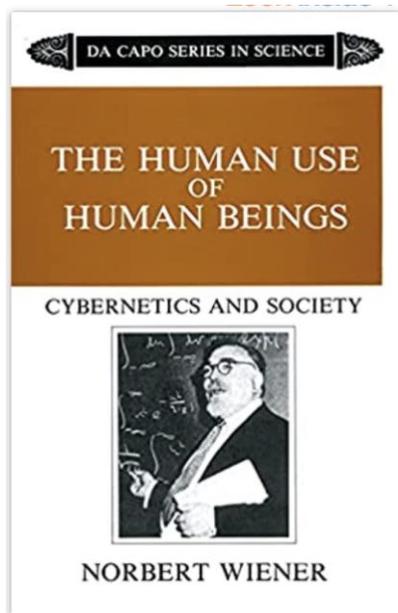
13亿年前两个黑洞碰撞声音经过漫长星际旅行终于抵达地球，被我们“听到”了(2015年，LIGO)

哈勃望远镜与韦伯望远镜对宇宙深处的凝望（距离地球135亿光年）

德国数学家希尔伯特
Wir müssen wissen, wir werden wissen
(我们必须知道,我们必将知道)
“怕什么真理无穷?进一寸有一寸的欢喜” (胡适)

爱因斯坦：“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要，因为解决一个问题也许是一个数学上或实验上的技巧。”，提出了解决牛顿力学体系中存在的问题或矛盾而建立了相对论。德国数学家希尔伯特曾经提出了数学的23个问题，推动了数学等学科基础理论发展，他指出：“只要一门科学分支能够提出大量问题，它就充满着生命力，而问题缺乏则预示着独立发展的衰亡或中止。”

人有人的作用：在制造工具和利用工具中奋力前行



数学家和哲学家诺伯特·维纳 (Norbert Wiener) 1950年出版《人有人的用处：控制论与社会》(The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society)

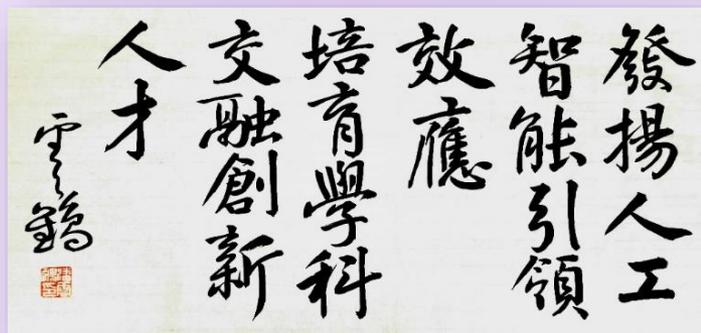
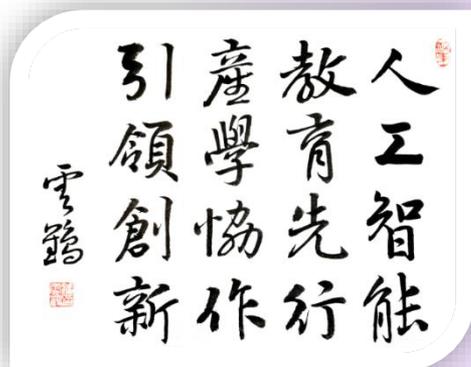
- ChatGPT推动人工智能由识人辩物和预测决策等向内容合成跃升，即人工智能内容合成 (Artificial intelligence generated content, AIGC)，推动人工智能能够为普通用户使用，是一个标志性的事件和现象级产品。
- 机器是人类创造出来，人类在技术世界环绕中要更有尊严、更有人性，而不是相反，因为人类始终是人工智能高度、广度和深度的总开关和决定者，也是人和人造物的协调者。人类的作用就是在人和机器共处的社会中，不断用自己的知识来让机器变得更加强化。
- 人类不仅要善于制造工具、也要善于利用工具。
- 毋须质疑，未来将是人和人工智能共同进化的时代，人和人造物之间将如影随形、协作共进、相得益彰。

人工智能人才培养载体已经形成

本科专业与学科	发展与现状
人工智能本科专业	经教育部审批，2018年全国首批35所高校获批“人工智能”新专业建设资格。截止2023年5月，全国共有 498所高校设置了人工智能本科专业 。其中2018年35所、2019年86所、2020年130所、2021年95所。
智能科学与技术本科专业	从2003年北京大學設置第一個智能科學本科專業以來，截止2022年12月，全國一共 298所高校設置了智能科學與技術本科專業 。
智能科学与技术 (一级学科)	2022年国务院学位委员会第三十七次会议审议通过了《研究生教育学科专业目录（2022年）》，决定从2023年起正式实施。 《研究生教育学科专业目录（2022年） 新增了第14个学科门类——交叉学科 。交叉学科下设集成电路科学与工程、国家安全学、设计学、遥感科学与技术、 智能科学与技术 、纳米科学与工程、区域国别学、文物等8个一级学科，另下设1个专业学位为密码。

- 交叉门类打破了前13类的学科割据的传统，向科学内在的整体性回归（龚克校长）
- 科学是内在的整体，由于人类认识能力的局限而被分裂。（Science is inherently a whole, 马克斯·普朗克 Max Planck）

致天下之治者在人才，成天下之才者在教化，教化之所本者在学校



- 前 ACM 主席、计算机科学教育的奠基人之一乔治·福赛斯（George Forsythe）在 1968 年写道，科学或技术教育中最有价值的收获是终生可用的通用心智工具（general-purpose mental tools）。我认为自然语言和数学是这些工具中最重要，计算机科学是第三位。
- 通过有效途径和手段让学生们养成“学会学习（learning to learn）”的心智工具是教育需要思考的重要问题。

人工智能是引领这一轮科技革命、产业变革和社会发展的战略性技术，具有溢出带动性很强的头雁效应，使能技术、赋能社会，其作始也简，其将毕也必巨！