



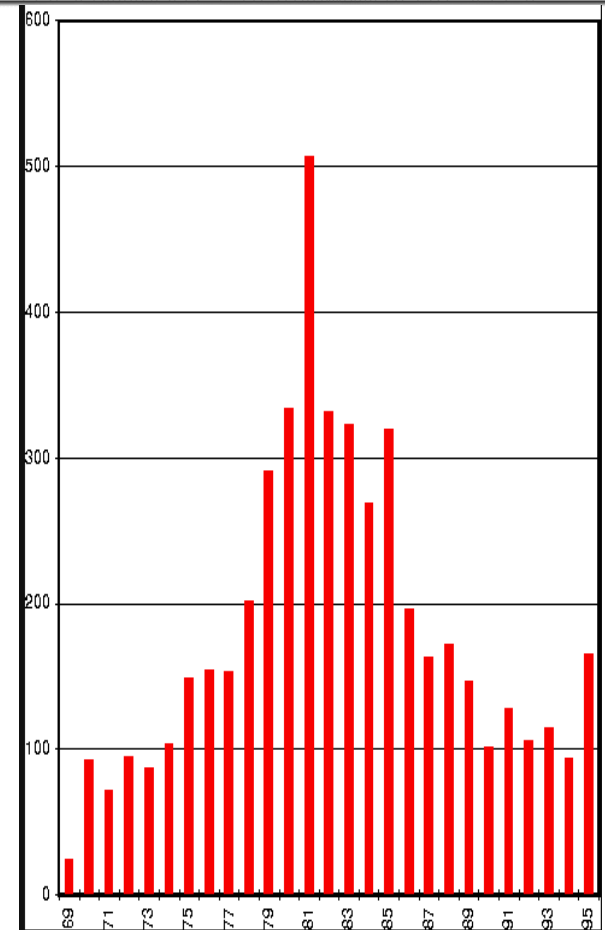
# 人工智能课程体系变化

浙江大学计算机学院

吴飞

# 计算机课程体系的历史发展：从EE到CS

- 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

# 计算机课程体系的历史发展：从EE到CS

- Edsger W. Dijkstra, Communication with an Automatic Computer, PhD thesis, University of Amsterdam, 1959. 1957年, Dijkstra结婚时填报职业信息时, 其填写 programmer。但是, 官方拒绝这一表述, 因为爱尔兰在那个时候没有这个职业。
- The *first* Ph.D.s in Computer Science in United States? The first Ph.D.s designated as "Computer Science" were awarded by the University of Pennsylvania: Richard Wexelblat (December, 1965), Andries van Dam (May, 1966).
- In may 1965, Sister Mary Kenneth Keller is the *first* woman to earn a Ph.D. the Computer Sciences Department at the University of Wisconsin (thesis title: Inductive Inference on Computer Generated Patterns) and at the same day Irving C. Tang earned a D.Sc. from the Applied Mathematics and Computer Science Department at Washington University in St. Louis.

# 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。

	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); <b>AI, heuristic programming(人工智能与启发式规划)</b>	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); <b>AI(人工智能)</b> ; 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			

# 计算机课程体系的演变

1985年，ACM和IEEE计算机协会（IEEE-CS）联合成立了一个工作组，来制定计算机课程体系，这个工作组认为计算机专业是研究信息描述和转换的系统性算法过程，包括理论、分析、设计、效率、执行和应用。同时，工作组提出计算科学的根本问题是，“什么可以（有效地）自动化？（what can be efficiently automated）”。1991年，这个工作组发布了计算机课程体系computing curricula 1991。

计算机课程体系分为11个知识领域，其中将人工智能内容单列为“**Artificial Intelligence and Robotics (AI)**”。

Subject Area	Tag
Algorithms and Data Structures（算法与数据结构）	AL
Architecture（计算机体系）	AR
<b>Artificial Intelligence and Robotics</b> <b>（人工智能与机器人）</b>	AI
Database and Information Retrieval（数据库和信息检索）	DB
Human-Computer Communication（人机交互）	HU
Numerical and Symbolic Computation（数字和符号计算）	NU
Operating Systems（操作系统）	OS
Programming Languages（编程语言）	PL
Introduction to a Programming Language (optional) （编程语言导论）	PR
Software Methodology and Engineering （软件方法学和工程）	SE
Social, Ethical, and Professional Issues（社会、伦理和专业实践）	SP

ACM和IEEE-CS发布的1991版计算机课程体系



# 计算机课程体系的演变

2001年，ACM和IEEE-CS联合工作组发布了计算机课程体系Computing Curricula 2001。Computing Curricula 2001将计算机课程体系分为14个知识领域，其中将人工智能内容单列为“Intelligent System（AI）”。AI的相关内容被分为13个分支，分别为智能系统基础、搜索与优化、知识表达和推理、学习、智能体、计算机视觉、自然语言处理、模式识别、先进机器学习、机器人、知识系统、神经网络和遗传算法。

Discrete structures (离散数学, DS)		IS1:Fundamental issues in intelligent systems (智能系统基础)
Human-Computer Interaction (人机交互, HC)		IS2:Search and optimization methods(搜索与优化)
Programming Fundamentals (编程基础, PF)		IS3:Knowledge representation and reasoning(知识表达和推理)
Graphics and Visual Computing (图形学与可视计算, GV)		IS4:Learning (学习)
Algorithms and Complexity (算法与复杂性, AL)		IS5:Agents (智能体)
<b>Intelligent Systems (智能系统, IS)</b>	⇒	IS6:Computer vision (计算机视觉)
Architecture and Organization (体系与组织, AR)		IS7:Natural language processing (自然语言处理)
Information Management (信息管理, IM)		IS8:Pattern recognition (模式识别)
Operating Systems (操作系统, OS)		IS9:Advanced machine learning (先进机器学习)
Social and Professional Issues (社会问题与专业实践, SP)		IS10:Robotics (机器人)
Net-Centric Computing (网络计算, NC)		IS11:Knowledge-based systems (知识系统)
Software Engineering (软件工程, SE)		IS12:Neural networks (神经网络)
Programming Languages (编程语言, PL)		IS13:Genetic algorithms (遗传算法)
Computational Science (计算科学, CN)		

# 计算机课程体系的演变

2013年，ACM和IEEE-CS联合工作组发布了计算机课程体系Computing Curricula 2013。在Computing Curricula 2013中，计算机课程体系被称为为一个“大篷”（big tent），其知识领域被拓展为18个。在这个课程体系中，人工智能“Intelligent System（AI）”相关内容被分为12个分支。

AL-Algorithms and Complexity(算法与复杂度)		Fundamental issues(智能基本问题)
AR-Architecture and Organization (计算机结构体系与组织)		
CN-Computational Science(计算科学)		Basic Search Strategies (搜索策略基础)
DS-Discrete Structures（离散数学）		Basic Knowledge Based Reasoning (知识表示和推理基础)
GV-Graphics and Visualization（图形与可视化）		
HCI-Human-Computer Interaction（人机交互）		Basic Machine Learning（机器学习基础）
IAS-Information Assurance and Security（信息保障与安全）		
IM-Information Management（信息管理）	⇒	Advanced Search（高级搜索）
IS-Intelligent Systems（智能系统）		Advanced Representation and Reasoning (高级知识表达和推理)
NC-Networking and Communications（网络与通讯）		Reasoning Under Uncertainty（不确定下推理）
OS-Operating Systems（操作系统）		
PDB-Platform-based Development（基于平台的开发）		Agents（智能体）
PD-Parallel and Distributed Computing（并行与分布式计算）		
PL-Programming languages（程序设计语言）		Natural Language Processing（自然语言处理）
SDF-Software Development Fundamentals（软件开发基本原理）		Advanced Machine Learning（高级机器学习）
SE-software Engineering（软件工程）		
SF-Systems Fundamental（系统基本原理）		Robotics（机器人）
SP-Social Issues and Professional Practice（社会问题与专业实践）		Perception and Computer Vision（感知与机器视觉）



# 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）以及功能实现（function）的不同历史阶段。

# 普通高中信息技术课程标准：人工智能

## 课程标准对《人工智能初步》内容的要求

类别	模块设计	
必修	模块1：数据与计算 模块2：信息系统与社会	
选择性必修	模块1：数据与数据结构	模块4：人工智能初步
	模块2：网络基础	模块5：三维设计与创意
	模块3：数据管理与分析	模块6：开源硬件项目设计
选修	模块1：算法初步 模块2：移动应用设计	

高中信息技术课程结构

- 描述人工智能的概念和基本特征：知道人工智能的发展历史、典型应用与趋势。
- 通过剖析具体案例，了解人工智能的核心算法（如启发式搜索、决策树等），熟悉智能技术应用的基本过程和实现原理。
- 知道特定领域（如机器学习）人工智能应用系统的开发工具和开发平台，通过具体案例了解这些工具的特点、应用模式及局限性。
- 利用开源人工智能应用框架，搭建简单的人工智能应用模块，并能根据实际需要配置恰当的环境、参数及自然交互方式等。
- 通过智能系统的应用体验，了解社会智能化所面临的伦理及安全挑战，知道信息系统安全的基本方法和措施，增强安全防护意识和责任感。
- 辩证认识人工智能对人类社会未来发展的巨大价值和潜在威胁，自觉维护和遵守人工智能社会化应用的规范与法规。

# 《数据与计算》第五章：人工智能及应用



全书共五章、22万字

了解人工智能的历史发展、基本算法和计算模型，知道人工智能在社会生活中所起的重要作用，理解人工智能伦理与安全，运用人工智能解决生活与学习中的特定问题和特定任务，认识到人工智能在信息社会中越来越重要的作用，增强利用智能技术服务人类发展的责任感。

## 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 ..... 121
- 4.2 自然语言理解：机器翻译 ..... 122
- 4.3 智能模拟：人机博弈 ..... 128



- 4.4 智能控制：无人驾驶车系统 ..... 128
- 4.5 混合智能：脑机接口 ..... 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



# 卡耐基梅隆大学：设立人工智能本科专业(2018.9)

<b>Math and Statistics Core (6 Courses)</b>	Math Foundations of Computer Science, Differential and Integral Calculus, Integration and Approximation, Matrices and Linear Transformations, Probability Theory for Computer Scientists, Modern Regression (微分与积分、逼近理论、矩阵与线性变换、概率论、回归分析)
<b>Computer Science Core (6 courses)</b>	Computer Science Core: Freshman Immigration Course; Principles of Imperative Computation; Principles of Functional Programming; Parallel and Sequential Data Structures and Algorithms; Introduction to Computer Systems; Great Theoretical Ideas in Computer Science (命令式编程、函数式编程、计算机系统、数据结构与算法、计算机思想)
<b>Artificial Intelligence Core (4 Courses)</b>	Concepts in Artificial Intelligence; Introduction to AI Representation and Problem Solving; Introduction to Machine Learning; Take one of the following courses: Introduction to Natural Language Processing or Introduction to Computer Vision (人工智能基础、表达与问题求解、机器学习、自然语言处理与计算机视觉中选取1门)

- Computer Science Department
- Human-Computer Interaction Institute
- Institute for Software Research
- Language Technologies Institute
- Machine Learning Department
- Robotics Institute

参与AI本科专业人才培养的CMU校内机构

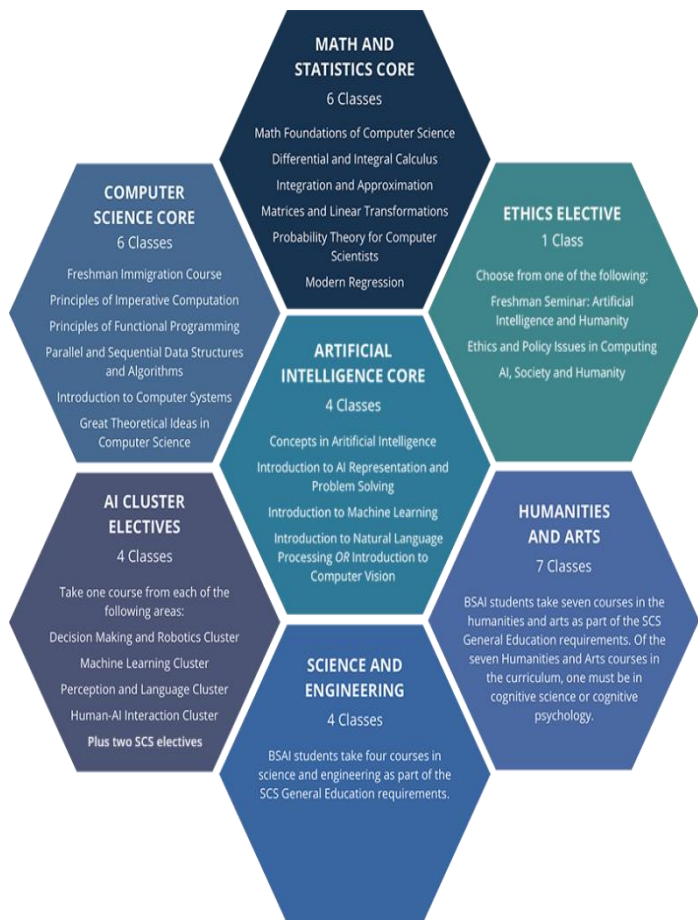


人工智能本科专业课程的7个类别

卡耐基梅隆大学人工智能本科专业的16门必修课程



# 人工智能人才培养要强化专业化意识、克服知识体系碎片化与空心化



卡耐基梅隆大学人工智能本科专业课程体系

AI  
本科知识体系



CS  
本科知识体系

斯坦福大学计算机科学本科课程体系：核心+跑道

<b>Math (26 Units)</b>	Mathematical Foundations of Computing, Probability, Calculus
<b>Science (11 units):</b>	PHYSICS 41(Mechanics), PHYSICS 43(Electricity and Magnetism)
<b>Technology in Society</b>	one course
<b>Engineering Fundamentals (13 units)</b>	Programming Abstractions, Electronics
<b>Computer Science Core (15 units)</b>	Computer Organization and Systems, Principles of Computer Systems, Data Structures and Algorithms
<b>Computer Science Depth(30 units) (设置了十条跑道)</b>	<b>Artificial Intelligence Track(29 units),</b> Biocomputation (30 units), Computer Engineering Track(36 units),Graphics track(29 units), Human-Computer Interaction Track(29 units),information track(31 units),system tracks (28 units), theory track(27 units),Unspecialized Track(28 units), Individually Designed Track

# 浙江大学人工智能人才培养: 厘清内涵、促进交叉、赋能应用

中国大学教学

## 人工智能本科专业课程设置思考: 厘清内涵、促进交叉、赋能应用

吴 飞 杨 洋 何钦铭

**摘 要:** 中国经济社会正致力于实现高质量发展, 人工智能作为我国经济社会发展智能化水平、塑造巨大的“人才智能红利”, 创造由大量以智力竞争为特点的职业机会。当前人工智能人才紧缺成为制约人工智能发展的突出问题, 推动人工智能专业化人才培养是人工智能健康发展的重中之重。只有这样才能在智能经济时代赢得国家主动的战略优势资源。本文分析了国内外人工智能专业设置的基本现状, 并围绕专业定位、课程体系和新课程体系提出了“厘清内涵、促进交叉、赋能应用”的人工智能专业课程设置思路。

**关键词:** 人工智能; 本科专业; 交叉; 内涵; 人才培养; 课程体系

### 一、大力培养人工智能人才是时代需求

1951年8月, John McCarthy (时任达特茅斯学院数学系助理教授, 1971年度图灵奖获得者)、Marvin Lee Minsky (时任哈佛大学数学系和神经科学系 Junior Fellow, 1969 年度图灵奖获得者)、Claude Shannon (时任贝尔实验室数学学家, 信息论之父) 和 Nathaniel Rochester (时任 IBM 信息研究主管, IBM 第一代通用计算机 701 主设计师) 四位学者在一份题为 *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* (《关于举办达特茅斯人工智能夏季研究计划的建议》) 的报告中, 首次使用了 “Artificial Intelligence” (人工智能, AI) 这个术语。从此人工智能开始登上人类历史舞台。

在这份报告中, 四位学者希望美国范德

堡私人基金会能够出资, 资助一批学者在 1956 年夏天于达特茅斯学院研究 “让机器模拟人的智能”。这份报告同时列举了人工智能所面临的七类问题, 分别来自自动计算机、计算机编程、神经网络 (通过连接神经元来形成概念)、计算的复杂度、自我学习与提高、抽象能力以及随机性与创造性。

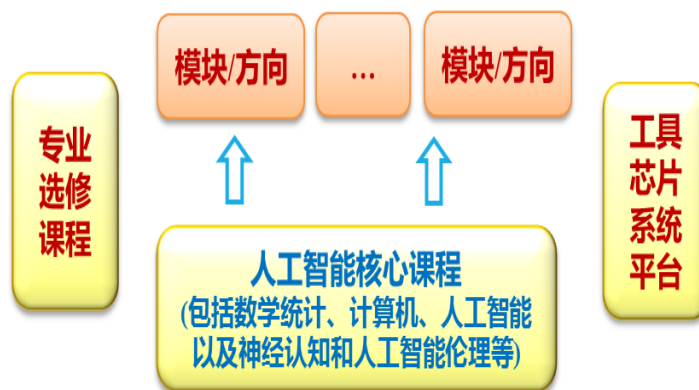
人工智能经过 60 多年演进, 正呈现深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控等新特征。人工智能具有辅助决策、放大发现和输出智能, 正在引发链式突破, 加速新一代科技革命和产业变革进程, 成为新一轮产业变革的核心驱动力。

为了给国家人工智能发展提供政策依据, 中国工程院于 2015 年 12 月批准启动了 “中国人工智能 2.0 发展战略研究” 重大咨询研究项目。

吴 飞, 浙江大学人工智能研究所所长、计算机学院教授、教育部人工智能科技创新专业组工作组组长; 杨 洋, 浙江大学计算机学院人工智能系主任、副教授; 何钦铭, 浙江大学计算机学院教授、教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会副主任委员、浙江省高校计算机类专业教学指导委员会主任委员。

吴飞、杨洋、何钦铭, 人工智能本科专业课程设置思考: 厘清内涵、促进交叉、赋能应用, 中国大学教学, 2019年

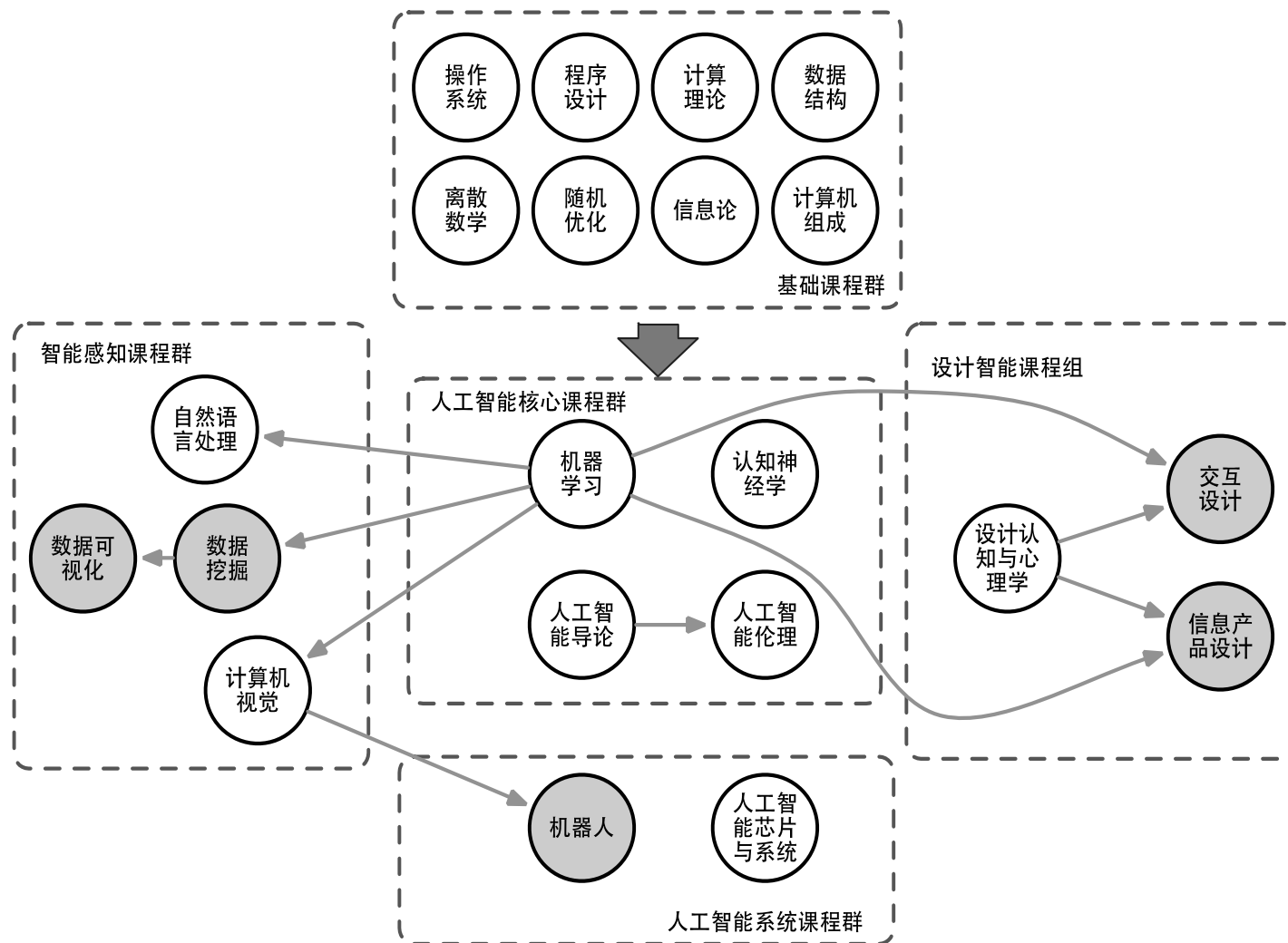
支撑 “智能+X” 经济社会应用 (如教育、医疗、金融、制造、农业、城市、法律等应用)



- 厘清内涵: 确立专业培养定位和专业培养方向
- 促进交叉: 设计 “专、通、交” 课程体系
- 赋能应用: 加强实践体系建设



# 浙江大学人工智能本科课程群知识点关系图：厚基础、促交叉、重实践



# 国家新一代人工智能战略咨询委员会和高等教育出版社成立“新一代人工智能系列教材”编委会



潘云鹤院士担任编委会主任，郑南宁院士、高文院士、吴澄院士、陈纯院士和林金安副总编辑担任编委会副主任委员

教材名	主编	预计出版时间
人工智能导论：模型与算法	吴飞	2020. 2
可视化导论	陈为、张嵩、鲁爱东、赵烨	
智能产品设计	孙凌云	
自然语言处理	刘挺、秦兵、赵军、黄萱菁、车万翔	2020年
模式识别	周杰、郭振华、张林	2020年
自主智能运动系统	薛建儒	2020年
人脸图像合成与识别	高新波、王楠楠	2020年
机器感知	黄铁军	2020年
人工智能芯片与系统	王则可、李玺、李英明	2020年
物联网安全	徐文渊	2020年

# 国家新一代人工智能战略咨询委员会和高等教育出版社成立“新一代人工智能系列教材”编委会



潘云鹤院士担任编委会主任，郑南宁院士、高文院士、吴澄院士、陈纯院士和林金安副总编辑担任编委会副主任委员

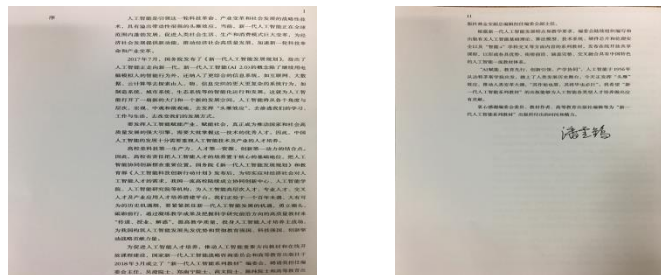
教材名	主编	预计出版时间
神经认知学	唐华锦 潘纲	2021年
人工智能伦理与安全	秦湛、潘恩荣、任奎	2021年
金融科技概论	郑小林	2021年
媒体计算	韩亚洪	2021年
人工智能逻辑	廖备水	2021年
人工智能生物医学信息处理	沈红斌	2021年
数字不经济：人工智能与区块链	吴超	2021年
人工智能伦理	古天龙	2021年
赋能：“人工智能+”数字经济	王延峰	2021年



# 国家新一代人工智能战略咨询委员会和高等教育出版社成立“新一代人工智能系列教材”编委会

## 新一代人工智能系列教材”特点：

- 权威一流的编委会：由高等教育出版社联合国家新一代人工智能战略咨询委员会成立。编委会成员大多来自教育部人工智能科技创新专家组工作组和教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会。
- 来自科研教学一线、朝气蓬勃的作者团队：所有作者长期从事人工智能方向及人工智能交叉学科的前沿基础科学研究，强调教学和科研相互促进、实践培养与知识创新彼此结合、技术属性与社会属性相得益彰的人工智能教学先进理念。
- 紧扣前沿、富有时代特色的系列教材内容：紧扣新一代人工智能发展特点，建设在线开放课程，促进优秀教育资源高质量共享。



- 根据新一代人工智能发展特点和教学要求，编委会陆续组织编写和出版有关人工智能基础理论、算法模型、技术系统、硬件芯片和伦理安全以及“智能+”学科交叉等方面内容的系列教材，发布在线开放共享课程，以形成各具优势、衔接前沿、涵盖完整、交叉融合具有中国特色的人工智能一流教材体系。
- “AI赋能、教育先行、创新引领、产学研协同”，人工智能于1956年从达特茅斯学院出发，踏上了人类发展历史舞台，今天正发挥“头雁”效应，推动人类变革大潮，“其作始也简，其将毕也必巨”。我希望“新一代人工智能系列教材”的出版能够为人工智能各类型人才培养做出应有贡献。

# 中国大学MOOC课程：人工智能：模型与算法

中国大学MOOC开设《人工智能：模型与算法》

第一期：  
2018.11.5-2019.1.11  
共有21109人选课

第二期  
2019.3.4-2019.6.3  
共有17238人选课

第三期  
2019.9.23-2020.1.7  
共有18879人选课

第四期  
2020.2.15-2020.6.9

首页 > 全部课程 > 前沿技术 / 计算机类



人工智能：模型与算法

第3次开课

开课时间：2019年10月07日 ~ 2020年01月07日

学时安排：1小时每周



授课老师



吴飞  
教授

<https://www.icourse163.org/course/ZJU-1003377027>

人工智能概述

搜索求解

逻辑与推理

统计机器学习

深度学习

强化学习

人工智能博弈



# 中国大学MOOC课程：人工智能：模型与算法

学习强国上的《人工智能：模型与算法》



学习新思想  
习近平文汇

十九大时间  
学习电视台

学习理论  
学习慕课

红色中国  
学习文化

学习科学  
强军兴军

环球视野  
美丽中国

Q 搜索

用户登录



## 人工智能：模型与算法

### 课程介绍

本课程从逻辑推理、搜索求解、监督学习、无监督学习、深度学习、强化学习和博弈对抗介绍人工智能的基本概念和基础算法，帮助学习者了解人工智能的历史和趋势、模型与方法、应用及挑战，掌握人工智能在自然语言理解和视觉分析等方面赋能实体经济的手段。（浙江大学）

<https://www.xuexi.cn/dd763e2ac67da9d9f1c1306e737f9b3c/9b0f04ec6509904be734f5f609a3604a.html>



# AI技术将推动教育体系发生重大变革

## 技术变革

信息化、网络化  
与智能化社会

人工智能、物联网、5G、大数据、VR/AR

运用人工智能促进学习环境、教学方式和教育管理转型升级

## 个体变化

从“学以致用”  
到“用以致学”

从“教育工厂”  
到“学习村落”

个人职业发展需求与要素的变化

## 教育挑战

精准、个性、灵活  
的教育服务体系

出现完全基于MOOC课程的硕士学位（如GIT、UIUC等高校授予的计算机硕士学位）

人类社会-物理世界-信息空间的三元空间教育与学习

未来技术之争必然汇聚到人才之争，必然表现在教育体系重大变革