

Chapter 1 概述

1.1 导语

人工智能技术分层：

1. 应用层
2. 算法层
3. 系统层
4. 芯片层

1.2 智能计算系统的价值与定义

什么是智能计算系统

智能计算系统是只能的物质载体。

现阶段的智能计算系统通常是集成CPU和只能芯片的异构系统，软件上通常包括一套面向开发者的智能计算编程环境（包括编程框架和编程语言）。

智能计算系统的形态

- 超级计算机（商业分析、药物研制）
- 数据中心（广告推荐、自动翻译）
- 智能手机（语音识别、图像分析）
- 嵌入式设备（机器人、消费类电子）

智能计算系统具有重大价值

上世纪人类从工业时代过渡到信息时代，现在已经发展到向智能时代进化的拐点。

1.3 智能计算系统课程开设的三大实际困难与探索

1. 没有参考课程
2. 没有现成师资
3. 没有成熟教材

1.4 真正理解人工智能

- 计算机专业培养计划的负面启示：课程条块分割，学生不能融会贯通作出一个完整系统，导致我国信息产业全栈式人才缺乏，核心硬科技竞争力缺失。
- 应用驱动、全栈贯通的课程体系：
 1. 智能算法
 2. 编程语言
 3. 系统软件
 4. 体系结构

从上至下，应用牵引

什么是人工智能？

人制造出来的机器所表现出来的智能：

- 强/通用人工智能：具备与人类同等只会、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
- 弱人工智能：能完成某种特定具体任务的人工智能，计算机科学的非平凡应用

1.5 人工智能三个流派

- 行为主义：基于控制论，构建感知-动作型控制系统
- 符号主义：基于符号逻辑的方法，用逻辑表示知识和求解问题（强化学习）
- 连接主义：基于大脑中神经元细胞连接的计算模型，用人工神经网络来拟合智能行为

符号逻辑，e.g.:

一阶谓词逻辑： $\forall x \forall y (P(f(x)) \rightarrow \neg (P(x) \rightarrow Q(f(y), x, z)))$

符号主义的困难

逻辑、常识、求解器

- 逻辑：未找到能表述世间所有知识的简洁逻辑体系
- 常识：无穷无尽的常识
- 求解器：命题逻辑判定NP完全，一阶谓词逻辑不可判定

更本质的问题

人的智能主要是符号智能吗？

符号主义最本质的问题是只考虑了理性认识的智能。人类的智能包括感性认识（感知）和理性认识（认知）两个方面。

连接主义：人工神经网络

- 1943，神经元模型，第一波神经网络，单层感知机
- 1986，BP反向传播训练方法，第二波神经网络，MLP
- 2006，深度置信网络(DBN)，第三波神经网络，深度神经网络

深度学习的局限性

深度学习是一把梯子，而不是火箭

1. 泛化能力有限
2. 缺乏推理能力
3. 缺乏可解释性
4. 鲁棒性欠佳

1.6 智能计算系统的核心概念

异构智能计算系统

现今采用异构智能计算系统的主要原因：

- 近十年来通用CPU计算能力增长近乎停滞，而智能计算能力的需求不断以指数增长。二者形成了剪刀差
- 异构系统在提高性能的同时，也带来的编程上的困难
 - 智能计算系统一般会集成一套编程环境，方便程序员跨苏开发高能效的智能应用程序
 - 常用的深度学习编程框架，包括Tensorflow等
 - 深度学习编程语言包括CUDA等

三代智能计算系统

1. 第一代智能计算系统：1980s，面向符号主义智能处理的专用计算机
 - 高级语言计算机架构：OS的编程语言和硬件“统一”化，如LISP；只针对特定语言的优化
 - 局限性：无太多的实际应用需求；由于摩尔定律发展，性能比不上CPU
2. 第二代智能计算系统（长期发展，持续迭代优化）：2010s，面向连接主义智能处理的专用计算机（深度学习计算机）
 - 深度学习有大量时间IDE工业应用，形成了产业体系，因此相关研究能得到政府和企业长期资助；
 - 摩尔定律在21世纪发展放缓，通用CPU性能增长停滞，专用智能计算系统的性能优势越来越大；
3. 第三代智能计算系统展望：未来强人工智能/通用人工智能的载体

具有近乎无限的计算能力：

- 第三代智能计算系统不再是智能算法的加速工具；
- 将是通用人工智能发育的沙盒虚拟世界；

第三代智能计算系统探索思路

具备全面感知能力和超大规模硬件的原始智人是如何获得智能的？

- 体系结构：面向海量并发认知智能计算线程和超大规模虚拟环境的计算机和芯片；
- 算法：有限延迟的认知智能算法，能自主产生语言和文字，从本能上建立自己的知识图谱，打通感知到逻辑的鸿沟；
- 编程框架，操作系统，网络等将为之巨变；