



復旦大學 管理学院
SCHOOL OF MANAGEMENT
FUDAN UNIVERSITY

人工智能算法发展历史的见解

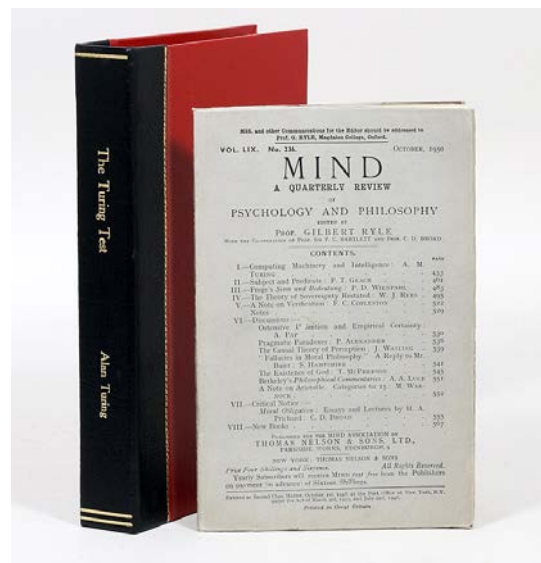


胡建强
复旦大学



人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
 - **1950:** 艾伦·图灵发表《计算机与智能》，提出了用于测试机器智能的“模仿游戏”。



人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
 - **1950:** 艾伦·图灵发表《计算机与智能》，提出了用于测试机器智能的“模仿游戏”。
 - **1952:** 阿瑟·塞缪尔开发了一个会下跳棋的程序，这是第一个能够独立学习该游戏的程序。



人工智能的历史

程序如何工作

- **自我对弈（机器学习）**：程序与自身进行成千上万次对弈，学习哪些走法会导致胜利，哪些走法会导致失败。
- **评估函数（强化学习）**：塞缪尔设计了一个评估函数来衡量棋盘局面的优劣。该函数考虑了棋子数量、王棋数量以及棋盘控制力等因素。
- **极小极大算法（Alpha-Beta 搜索）**：程序使用极小极大算法探索可能的走法与应对，以最大化获胜机会。
- **Alpha-Beta 剪枝**：为提高效率，塞缪尔实现了 Alpha-Beta 剪枝，从而减少了程序需要评估的局面数量。





Alpha-Beta 搜索



国际象棋与围棋的分支因子：

- **国际象棋：** 每一步大约有 35 种可能走法
- **围棋：** 每一步大约有 250 种可能走法

人工智能的历史

塞缪尔工作的意义

- **机器学习（强化学习）的开创性：**塞缪尔的程序是最早证明计算机能够从经验中学习的系统之一，这一思想构成了现代人工智能的基础。
- **公开展示：**1962 年，塞缪尔的程序在一场高度公开化的比赛中击败了人类跳棋冠军罗伯特·尼利。这向公众展示了人工智能的潜力。
- **对后续人工智能的启发：**塞缪尔的工作为之后的博弈类 AI 奠定了基础，例如 IBM 的“深蓝”（国际象棋）和 AlphaGo（围棋）。



人工智能的历史

人工智能 vs 机器学习

我们使用机器学习为计算机赋予智能。

给机器赋予人工智能有两种方式：

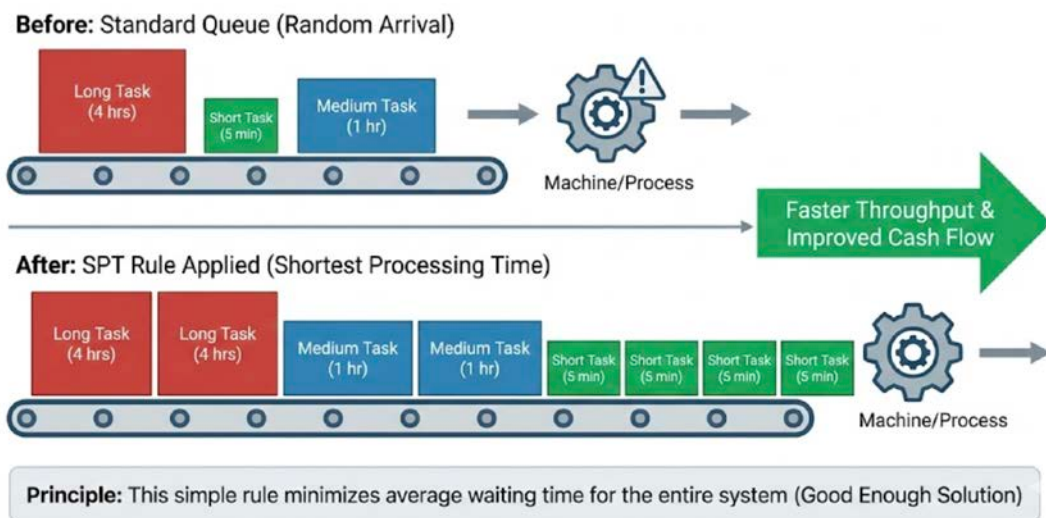
- 通过基于规则的优化
- 机器学习



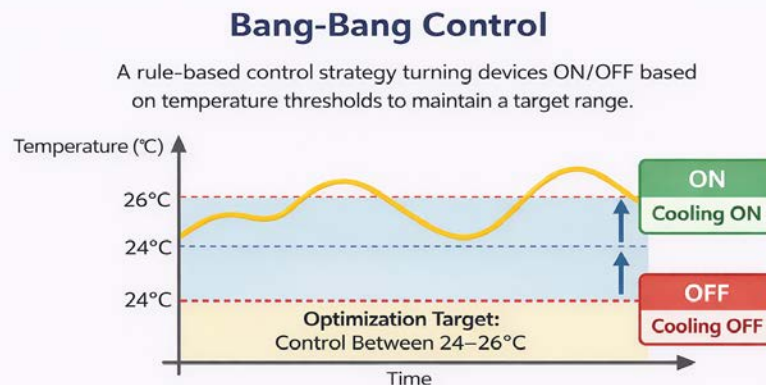
基于规则的优化

一种启发式决策方法，利用按优先级排列的、特定领域的逻辑条件（If-Then 规则），快速生成可行的、近似最优的解决方案。

示例 1：通过优先安排最短处理时间进行调度



示例 2：利用 bang-bang 开关控制将温度保持在目标范围内



- 1 IF Temperature > 26°C THEN Turn ON Compressor (Cooling ON)
 - 2 IF Temperature < 24°C THEN Turn OFF Compressor (Cooling OFF)
 - 3 IF Temperature is 24–26°C THEN Keep State
-
- 1 Rule 1: IF Temperature > 26°C THEN Turn ON Compressor (Cooling ON)
 - 2 Rule 2: IF Temperature < 24°C THEN Turn OFF Compressor (Cooling OFF)

人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生

- **1950:** 艾伦·图灵发表《计算机与智能》，提出了用于测试机器智能的“模仿游戏”。
- **1952:** 阿瑟·塞缪尔开发了一个会下跳棋的程序，这是第一个能够独立学习该游戏的程序。
- **1956:** 达特茅斯“人工智能”研讨会第一次使用了“artificial intelligence（人工智能）”这一术语，并推动其进入大众视野。

1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



John McCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester

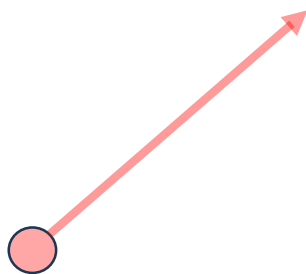


Trenchard More



人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
- 1957-1974 人工智能的发展成熟期
 - **1958:** 约翰·麦卡锡创造了 LISP (List Processing, 表处理) , 这是第一个用于人工智能研究的编程语言, 至今仍被广泛使用。



人工智能的历史

LISP: 第一种人工智能编程语言

- **开发背景：**麦卡锡于 1958 年在 MIT 创建了 LISP。它旨在支持符号计算，而这对于人工智能研究至关重要。
- **关键特性：**
 - **表处理：**LISP 基于链表的操作，非常适合符号计算和递归算法。
 - **同像性 (Homoiconicity)：**代码和数据采用相同的结构表示，从而具备强大的元编程能力。
 - **动态类型：**变量没有固定类型，因此能够灵活而快速地进行原型开发。
 - **垃圾回收：**LISP 引入了自动内存管理，这在当时是革命性的。



人工智能的历史

示例：计算一个数的阶乘

- 一个数 n 的阶乘（记作 $n!$ ）是所有不大于 n 的正整数之积。例如， $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$
- 下面展示如何用 LISP 编写一个递归函数来计算阶乘。

lisp

复制

```
(defun factorial (n)
  "Calculate the factorial of a number N."
  (if (<= n 1)
      1
      (* n (factorial (- n 1)))))
```

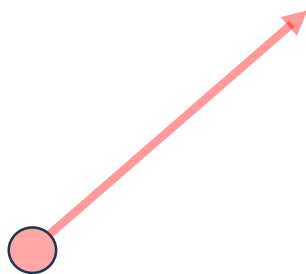
人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
- 1957-1974 人工智能的发展成熟期
 - **1958:** 约翰·麦卡锡创造了 LISP (List Processing, 表处理), 这是第一个用于人工智能研究的编程语言, 至今仍被广泛使用。
 - **1961:** 第一台工业机器人 Unimate 开始在通用汽车的装配线上工作。



人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
- 1957-1974 人工智能的发展成熟期
 - **1958:** 约翰·麦卡锡创造了 LISP (List Processing, 表处理), 这是第一个用于人工智能研究的编程语言, 至今仍被广泛使用。
 - **1961:** 第一台工业机器人 Unimate 开始在通用汽车的装配线上工作。
 - **1965:** 爱德华·费根鲍姆和约书亚·莱德伯格创建了第一个“专家系统”——Dendral, 这是一种被编程来复制人类专家思维与决策能力的人工智能形式。



人工智能的历史

什么是 Dendral?

- **目的:** Dendral 被创建出来, 帮助化学家通过分析质谱和核磁共振 (NMR) 数据来识别未知的有机分子。
- **领域:** 它专注于有机化学, 尤其擅长确定复杂分子的结构。
- **创新点:** Dendral 是最早使用基于知识的推理和启发式问题求解来模仿人类专家决策过程的人工智能系统之一。



人工智能的历史

Dendral 输出示例

- 如果化学家向 Dendral 提供一个未知分子的质谱数据，Dendral 可能会输出如下结果：

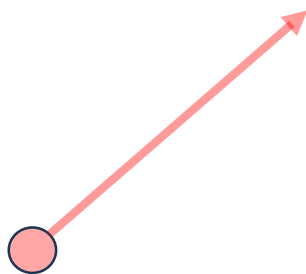
复制

Possible Molecular Structures:

1. C₆H₁₂O₂ (Ethyl butyrate)
2. C₅H₁₀O₂ (Methyl butanoate)
3. C₄H₈O₂ (Ethyl acetate)

人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
- 1957-1974 人工智能的发展成熟期
 - **1958:** 约翰·麦卡锡创造了 LISP (List Processing, 表处理), 这是第一个用于人工智能研究的编程语言, 至今仍被广泛使用。
 - **1961:** 第一台工业机器人 Unimate 开始在通用汽车的装配线上工作。
 - **1965:** 爱德华·费根鲍姆和约书亚·莱德伯格创建了第一个“专家系统”——Dendral, 这是一种被编程来复制人类专家思维与决策能力的人工智能形式。
 - **1966:** 约瑟夫·魏岑鲍姆创建了第一个“聊天机器人”(后来简称 chatbot)——ELIZA。



人工智能的历史

什么是 ELIZA?

- **目的：**ELIZA 被设计用来模仿人类对话，尤其是模拟罗杰斯学派心理治疗师（这是一种非指导式治疗方式，治疗师会把病人的陈述反映给病人自己）。
- **功能：**ELIZA 使用模式匹配和替换规则来分析用户输入并生成回应。它并不真正理解对话内容，但制造出一种“理解”的假象。



ELIZA 如何工作

- **脚本：**ELIZA 通过脚本运行，其中最著名的脚本名为 DOCTOR。这个脚本模拟了一位心理治疗师。
- **模式匹配：**
 - ELIZA 会扫描用户输入中的关键词和短语。
 - 如果找到关键词，它就应用预先定义好的转换规则来生成回应。
 - 例如，如果用户说“我感到很难过”，ELIZA 可能会回答：“你为什么感到难过？”
- **默认回应：**如果没有找到关键词，ELIZA 会使用诸如“请继续说”或“再多告诉我一些”之类的通用回复。

人工智能的历史

ELIZA 对话示例

- 下面是一个与 ELIZA 对话可能呈现的示例：

复制

User: I'm feeling really stressed lately.

ELIZA: Why do you feel stressed lately?

User: I think it's because of work.

ELIZA: Tell me more about your work.

User: My boss is always criticizing me.

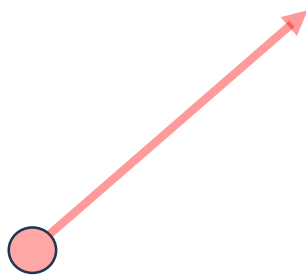
ELIZA: Why do you think your boss is always criticizing you?

<https://www.masswerk.at/elizabot/>



人工智能的历史

- 1950-1956 人工智能的诞生
- 1957-1974 人工智能的发展成熟期
 - **1958:** 约翰·麦卡锡创造了 LISP (List Processing, 表处理), 这是第一个用于人工智能研究的编程语言, 至今仍被广泛使用。
 - **1961:** 第一台工业机器人 Unimate 开始在通用汽车的装配线上工作。
 - **1965:** 爱德华·费根鲍姆和约书亚·莱德伯格创建了第一个“专家系统”——Dendral, 这是一种被编程来复制人类专家思维与决策能力的人工智能形式。
 - **1966:** 约瑟夫·魏岑鲍姆创建了第一个“聊天机器人”(后来简称 chatbot)——ELIZA。
 - **1973:** 应用数学家詹姆斯·莱特希尔向英国科学委员会提交了一份报告, 指出人工智能取得的进展远没有科学家先前承诺的那样显著, 这导致英国政府大幅削减了对人工智能研究的支持和经费。



Artificial Intelligence: A General Survey

Professor Sir James Lighthill FRS

Part I Artificial Intelligence

A general survey by Sir James Lighthill

FRS Lucasian Professor of Applied Mathematics, Cambridge University. July 1972.

1 Introduction

The Science Research Council has been receiving an increasing number of applications for research support in the rather broad field with mathematical, engineering and biological aspects which often goes under the general description Artificial Intelligence (AI). The research support applied for is sufficient in volume, and in variety of discipline involved, to demand that a general view of the field be taken by the Council itself. In forming such a view the Council has available to it a great deal of specialist information through its structure of Boards and Committees; particularly from the Engineering Board and its Computing Science Committee and from the Science Board and its Biological Sciences Committee. These include specialised reports on the contribution of AI to practical aims on the one hand and to basic neurobiology on the other, as well as a large volume of detailed recommendations on grant applications.

To supplement the important mass of specialist and detailed information available to the Science Research Council, its Chairman decided to commission an independent report by someone outside the AI field but with substantial general experience of research work in multidisciplinary fields including fields with mathematical, engineering and biological aspects. I undertook to make such an independent report, on the understanding that it would simply describe how AI appears to a lay person after two months spent looking through the literature of the subject and discussing it orally and by letter with a variety of workers in the field and in closely related areas of research. Such a personal view of the subject might be helpful to other lay persons such as Council members in the process of preparing to study specialist reports and recommendations and working towards detailed policy formation and decision taking.

The report which follows must certainly not be viewed as more than such a highly personal view of the AI field. It owes much to the study of published work and of private written communications and spoken comments by numerous individuals, including the following:

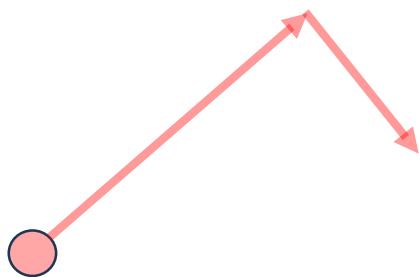
J. Annett, H. G. Barrow, S. Brenner, D. E. Broadbent, R. A. Brooker, O. P. Buneman, R. M. Burstall, A. D. B. Clarke, M. B. Clowes, A. H. Cook, D. C. Cooper, J. E. Doran, J. F. Duke, E. W. Elcock, I. J. Good, C. C. Green, R. L. Gregory, P. J. Hayes, A. L. Hodgkin, J. N. Holmes, J. A. M. Howe, D. H. Hubel, S. Isard, H. Kay, T. Kilburn, J. Kulikowski, D. N. L. Levy, H. C. Longuet-Higgins, D. M. MacKay, D. Marr, J. McCarthy, B. Meltzer, D. Michie, M. Minsky, D. Mollison, E. Moore, J. S. Moore, R. M. Needham, N. J. Nilsson, C. Oldfield, J. V. Oldfield, I. Pohl, R. J. Popplestone, B. Raphael, J. A. Robinson, C. Strachey, N. S. Sutherland, M. M. Swann, H. P. F. Swinnerton-Dyer, D. Wilshaw, T. Winograd.

The author is grateful for the large amount of help and advice readily given in reply to his many requests. He must emphasize, however, that none but himself is responsible for the opinions expressed in this report. They represent merely the broad overall view of the subject which he reached after such limited studies as he was able to make in the course of two months.

Readers might possibly have expected that the report would include a summary, but the author decided against this partly because considerable material is summarised already in almost every paragraph. Furthermore, he believes that this kind of report can be valuable only to those who read it all, and for this reason preferred to avoid attempting a condensation.

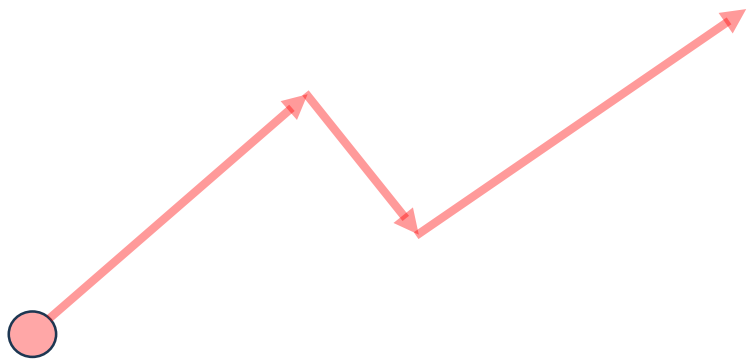
人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- **1980:** 第一个专家系统进入商业市场, 名为 XCON。



人工智能的历史

什么是 XCON?

- **目的：** XCON 被开发出来，用于为 DEC 客户自动完成 VAX 计算机系统的配置过程。这包括选择并组装正确的组件组合（如处理器、内存、存储和外设），以满足客户需求。
- **领域：** 它专门用于计算机系统配置，这是一个复杂任务，需要对 DEC 的产品线和兼容性规则有深入理解。



人工智能的历史

XCON 输出示例

- 如果客户请求一套具有特定要求的 VAX 系统，XCON 可能会生成如下配置：

复制

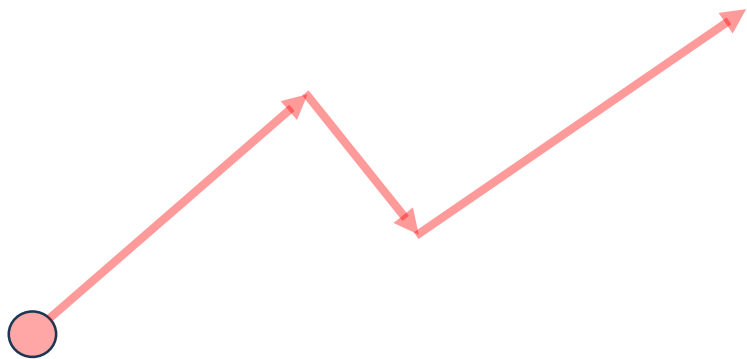
VAX System Configuration:

- CPU: VAX-11/780
- Memory: 4MB RAM
- Storage: 300MB disk drive
- Peripherals: VT100 terminal, LP11 line printer



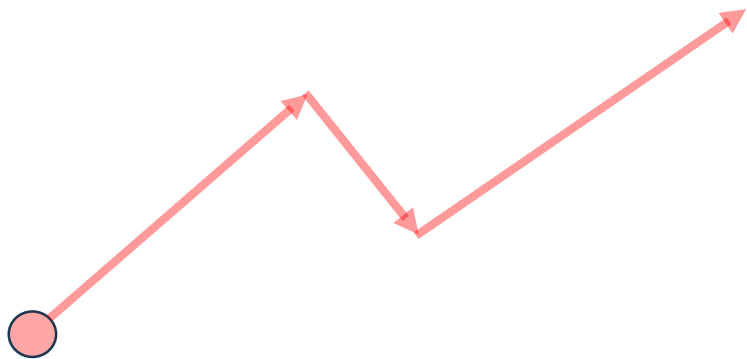
人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
 - 1980年: 第一个专家系统进入商业市场, 名为 XCON。
 - 1981年: 日本政府为“第五代计算机”项目拨款 8.5 亿美元 (按今天的币值超过 20 亿美元)。他们的目标是创造能够翻译、用人类语言对话, 并在人类水平上进行推理的计算机。
 - 1985年: 一个名为 AARON 的自主绘画程序在 AAAI 会议上进行了展示。



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
 - 1980年: 第一个专家系统进入商业市场, 名为 XCON。
 - 1981年: 日本政府为“第五代计算机”项目拨款 8.5 亿美元 (按今天的币值超过 20 亿美元)。他们的目标是创造能够翻译、用人类语言对话, 并在人类水平上进行推理的计算机。
 - 1985年: 一个名为 AARON 的自主绘画程序在 AAAI 会议上进行了展示。



人工智能的历史

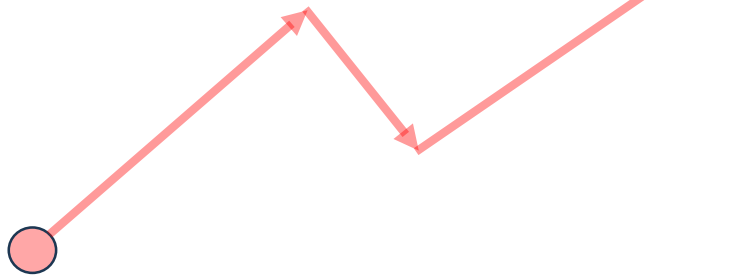
什么是 AARON?

- 目的：AARON 是一个被设计用来自主创作原创艺术作品的计算机程序。它可以依据 Harold Cohen 定义的一套规则和算法生成绘画和素描。
- 媒介：最初，AARON 只能生成黑白绘图，后来逐步发展到可以创作彩色绘画。
- 创新点：AARON 是最早展示“创造性行为”的人工智能系统之一，模糊了人类艺术与机器生成艺术之间的界限。



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
 - 1980年: 第一个专家系统进入商业市场, 名为 XCON。
 - 1981年: 日本政府为“第五代计算机”项目拨款 8.5 亿美元 (按今天的币值超过 20 亿美元)。他们的目标是创造能够翻译、用人类语言对话, 并在人类水平上进行推理的计算机。
 - 1985年: 一个名为 AARON 的自主绘画程序在 AAAI 会议上进行了展示。
 - **1986:** 恩斯特·迪克曼斯及其慕尼黑联邦国防军大学团队创造并展示了第一辆无人驾驶汽车 (或机器人汽车)。它能够在没有其他障碍物或人类驾驶者的道路上以最高 55 英里/小时的速度行驶。



人工智能的历史

什么是机器人汽车？

- **描述：**这辆机器人汽车是一辆经过改装的梅赛德斯-奔驰厢式车，配备了摄像头、传感器和计算机，以实现自动驾驶。
- **能力：**
 - 最高时速可达 55 英里（88 公里/小时）。
 - 能在没有障碍物和没有人类驾驶者的道路上行驶。
 - 使用计算机视觉和传感器数据来跟踪车道并避免碰撞。



人工智能的历史

对比：1986 年机器人汽车 vs 现代自动驾驶汽车

	1986 年机器人汽车	现代自动驾驶汽车
速度	最高 55 英里/小时	最高 75+ 英里/小时 (如 Tesla、Waymo)
传感器	摄像头和基础传感器	激光雷达、雷达、摄像头、超声波传感器
AI 能力	基础计算机视觉	深度学习、神经网络
环境	无障碍的封闭道路	复杂城市道路与高速公路环境
应用	研究与演示	网约车、配送、个人使用



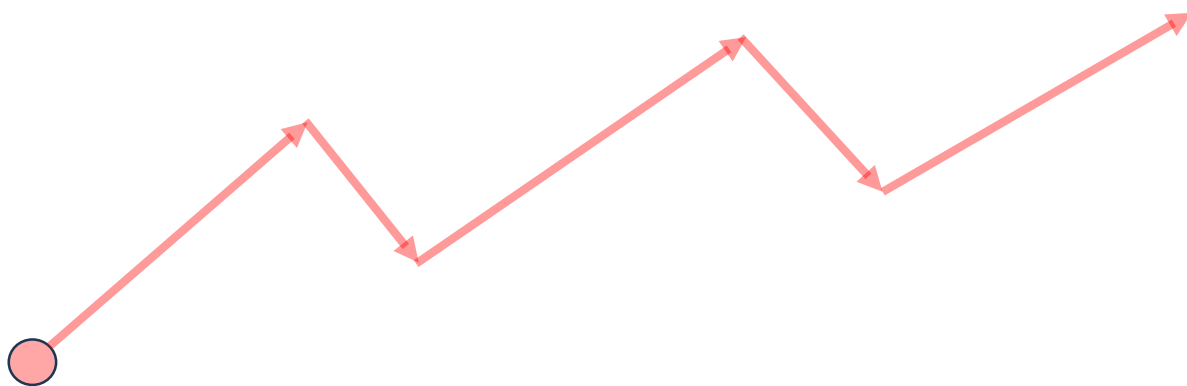
人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
 - 指消费者、公众和私人资本对人工智能兴趣低迷的一段时期，这导致研究经费减少，进而几乎没有重大突破。由于成本高而回报看起来较低，私人投资者和政府都失去了兴趣并停止资助。



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
- 1993-2011: 人工智能智能体阶段
 - **1997:** 由 IBM 开发的深蓝击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。



人工智能的历史

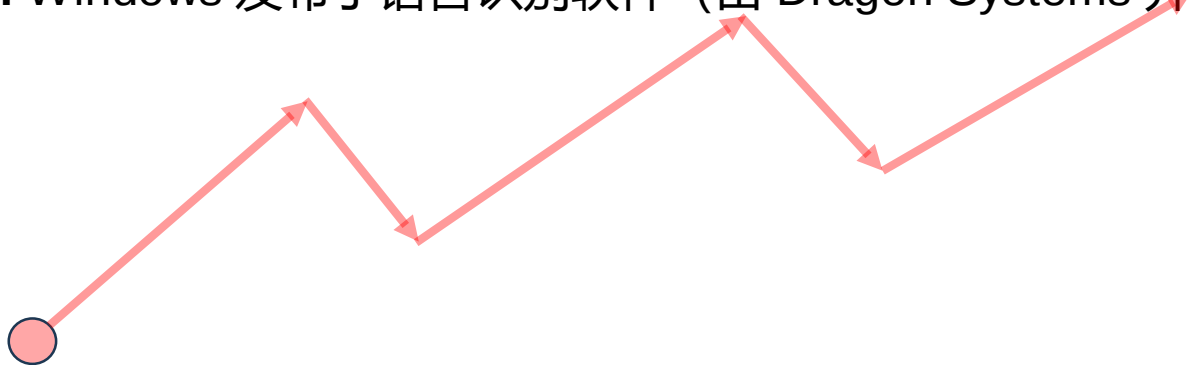
要点:

- **深蓝**: 一台专门为下国际象棋而设计的超级计算机, 能够每秒评估多达 2 亿个局面。
- **加里·卡斯帕罗夫**: 被广泛认为是史上最伟大的国际象棋棋手之一; 他曾在 1996 年的一场比赛中击败过深蓝。
- **意义**: 这场胜利是人工智能历史上的里程碑, 展示了计算机在复杂战略任务中超越人类的潜力。
- **争议**: 卡斯帕罗夫指责 IBM 在比赛中存在不公平做法, 暗示有人类干预, 但 IBM 否认了这些说法。



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
- 1993-2011: 人工智能智能体阶段
 - **1997:** 由 IBM 开发的深蓝击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。
 - **1997:** Windows 发布了语音识别软件（由 Dragon Systems 开发）。



人工智能的历史

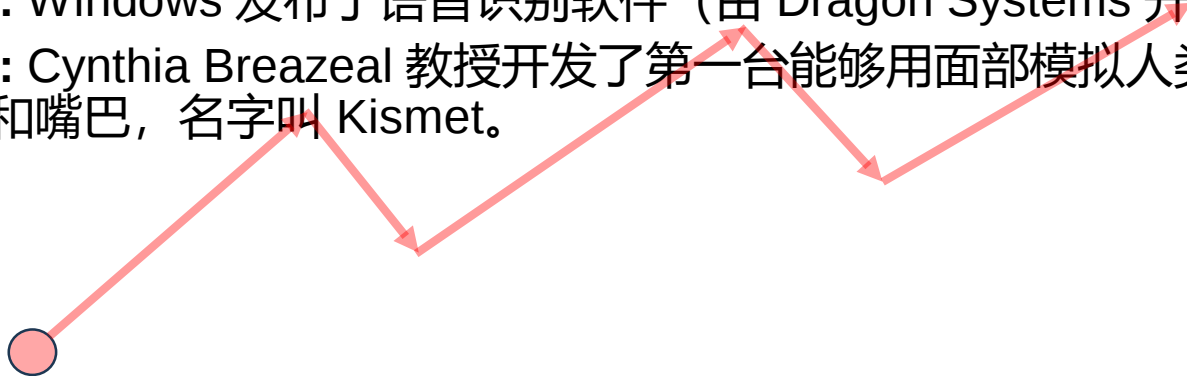
要点:

- **Dragon Systems:** 语音识别技术的先驱，开发了集成进 Windows 的该软件，其工作为现代语音识别系统奠定了基础。
- **Windows 集成:** 该软件是微软扩展操作系统能力的一部分，使系统对用户而言更加直观且易于访问。
- **功能:** 用户可以通过语音听写文本、导航菜单并执行命令，这对残障人士或希望进行免手操作的用户尤其有帮助。
- **影响:** 这一发展成为后来高级语音助手和语音识别技术的前身，例如 Siri、Google Assistant 和微软自己的 Cortana。



人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
- 1993-2011: 人工智能智能体阶段
 - **1997:** 由 IBM 开发的深蓝击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。
 - **1997:** Windows 发布了语音识别软件（由 Dragon Systems 开发）。
 - **2000:** Cynthia Breazeal 教授开发了第一台能够用面部模拟人类情绪的机器人，它有眼睛、眉毛、耳朵和嘴巴，名字叫 Kismet。



人工智能的历史

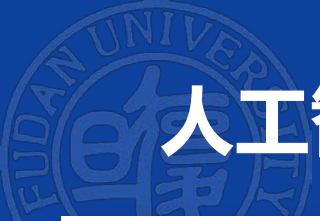
Kismet 的关键特性：

- **富有表现力的面部：** Kismet 拥有高度可表达的面部，具有可动的眼睛、眉毛、耳朵和嘴巴，能够传达快乐、悲伤、惊讶和愤怒等多种情绪。
- **社交互动：** 该机器人能够识别并响应人类的社会线索，如语调、面部表情和手势，是最早的“社会智能机器”之一。
- **学习与适应：** Kismet 配备了能够从互动中学习并随时间调整行为的算法，从而模拟人类发展社交技能的方式。
- **目的：** Kismet 被设计用来探索机器人如何以有意义的方式与人类互动，为未来在陪伴、教育和治疗等领域的应用铺路。

人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
- 1993-2011: 人工智能智能体阶段
 - **1997:** 由 IBM 开发的深蓝击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。
 - **1997:** Windows 发布了语音识别软件（由 Dragon Systems 开发）。
 - **2000:** Cynthia Breazeal 教授开发了第一台能够用面部模拟人类情绪的机器人，它有眼睛、眉毛、耳朵和嘴巴，名字叫 Kismet。
 - **2006:** Twitter、Facebook 和 Netflix 等公司开始在广告和用户体验（UX）算法中使用 AI。
 - **2011:** 由 IBM 创建的、用于回答问题的自然语言处理计算机 Watson 在电视竞赛节目《Jeopardy!》中击败了两位前冠军。
 - **2011:** 苹果发布了 Siri，这是第一个流行的虚拟助手。





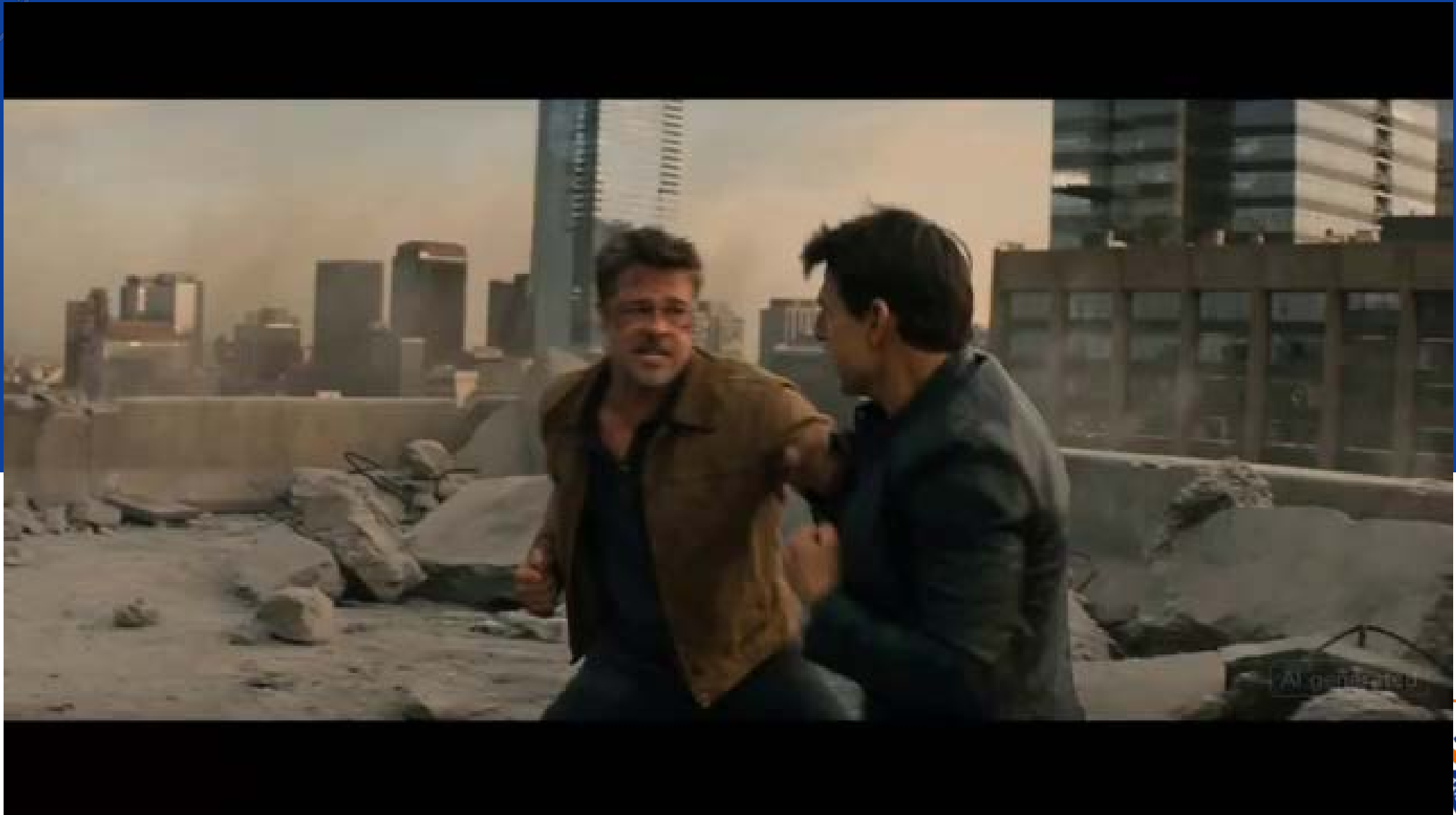
人工智能的历史

- 1950-1956: 人工智能的诞生
- 1957-1974: 人工智能的发展成熟期
- 1974-1979: 第一次人工智能寒冬
- 1980-1987: 人工智能繁荣期
- 1987-1993: 第二次人工智能寒冬
- 1993-2011: 人工智能智能体阶段
 - **1997:** 由 IBM 开发的深蓝击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。
 - **1997:** Windows 发布了语音识别软件（由 Dragon Systems 开发）。
 - **2000:** Cynthia Breazeal 教授开发了第一台能够用面部模拟人类情绪的机器人，它有眼睛、眉毛、耳朵和嘴巴，名字叫 Kismet。
 - **2024:** Deepseek
 - 深度学习、Transformer.....



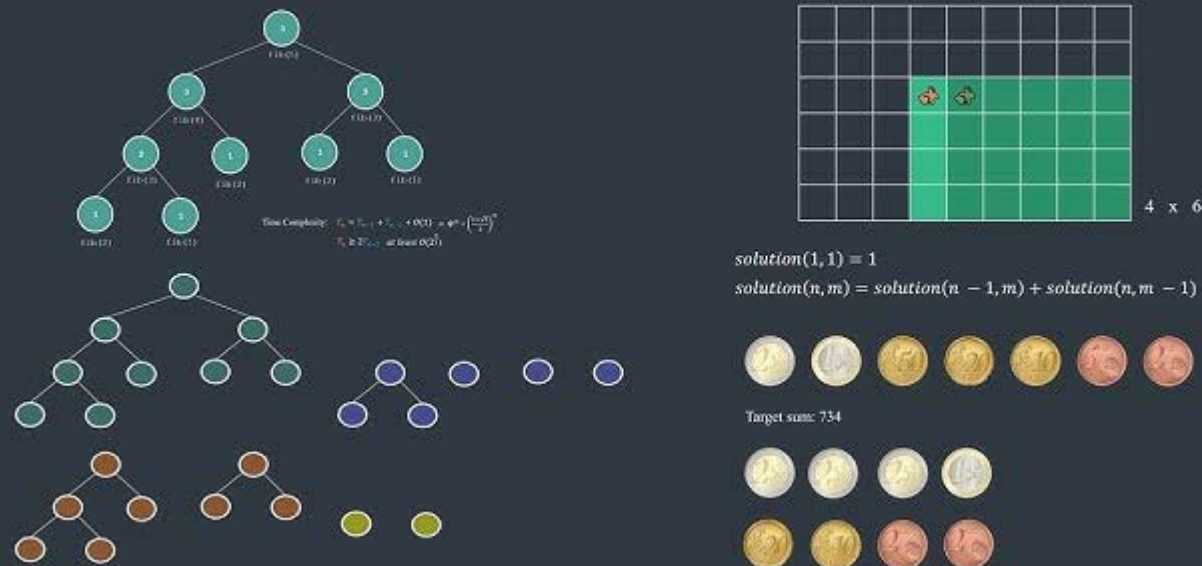


2026 Seedance2.0 ...





Dynamic Programming



动态规划



动态规划

由 Richard Bellman 于 20 世纪 50 年代提出

两个关键思想：

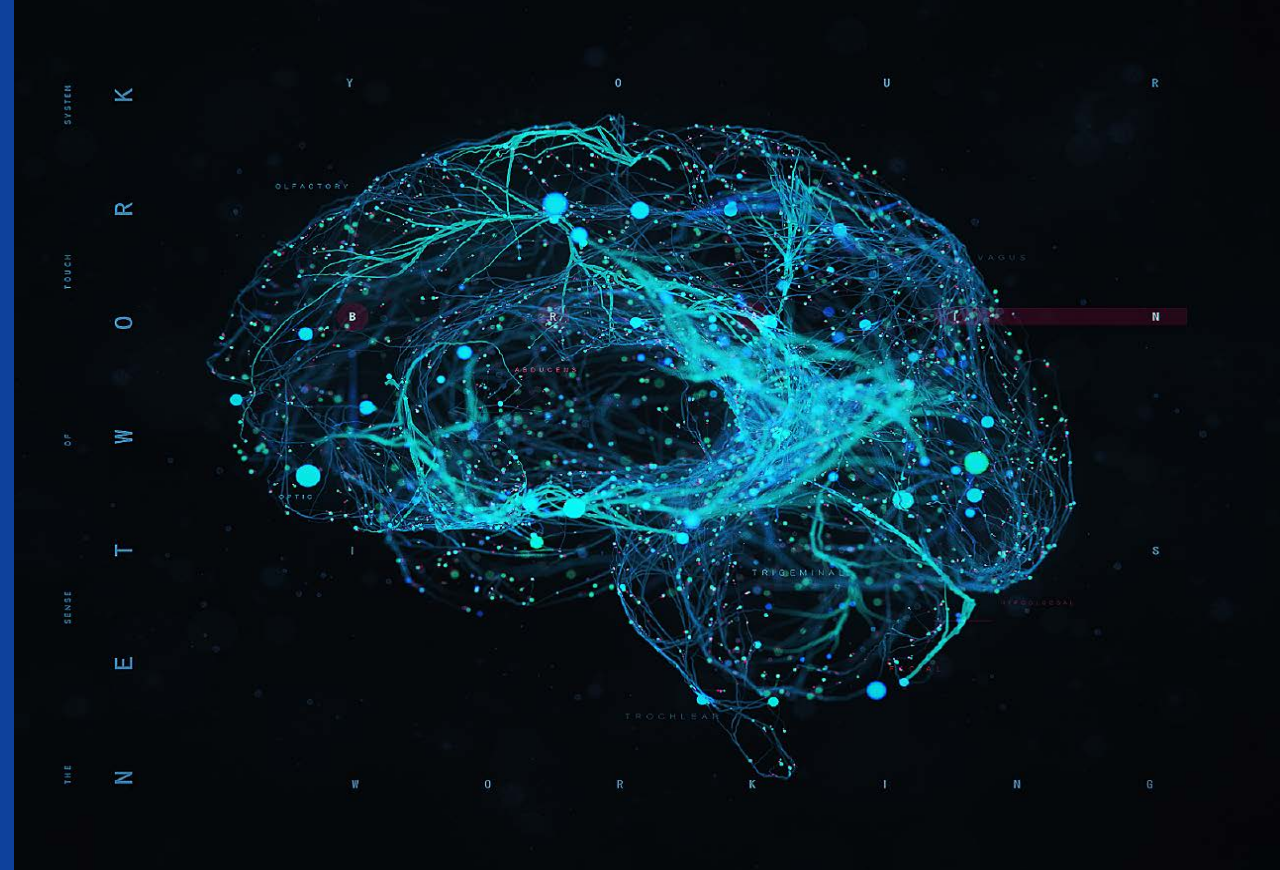
1. 全局最优解必须在局部上也是最优的





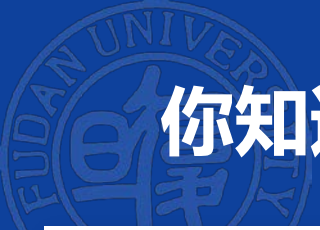
AlphaGo + 蒙特卡洛树搜索



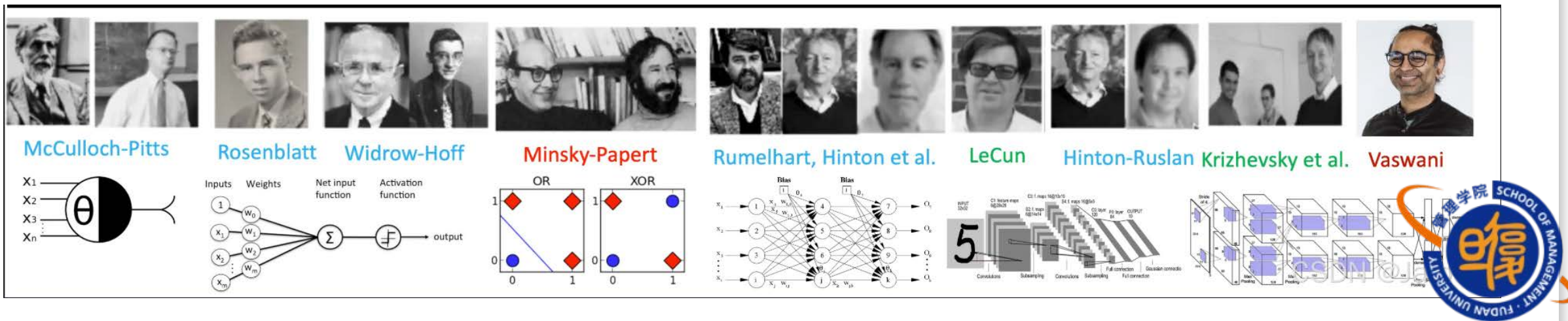
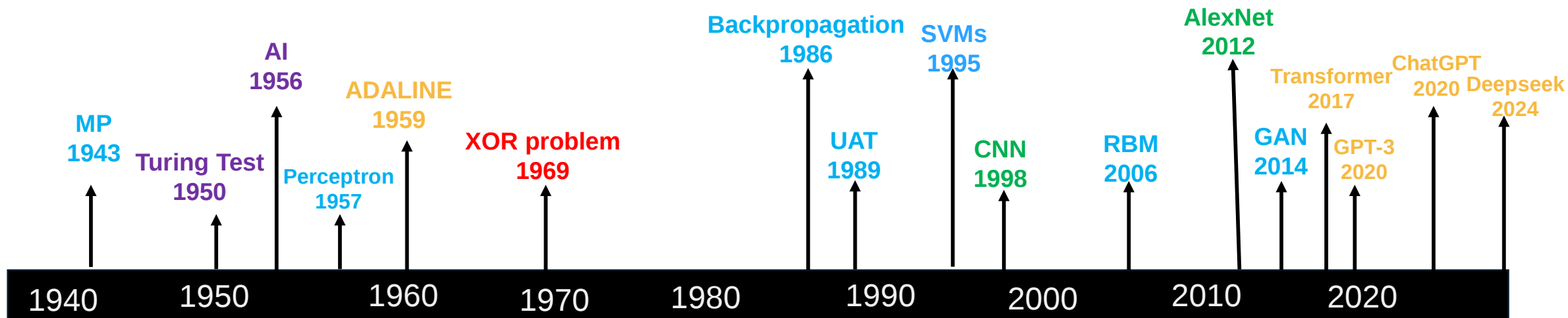


神经网络



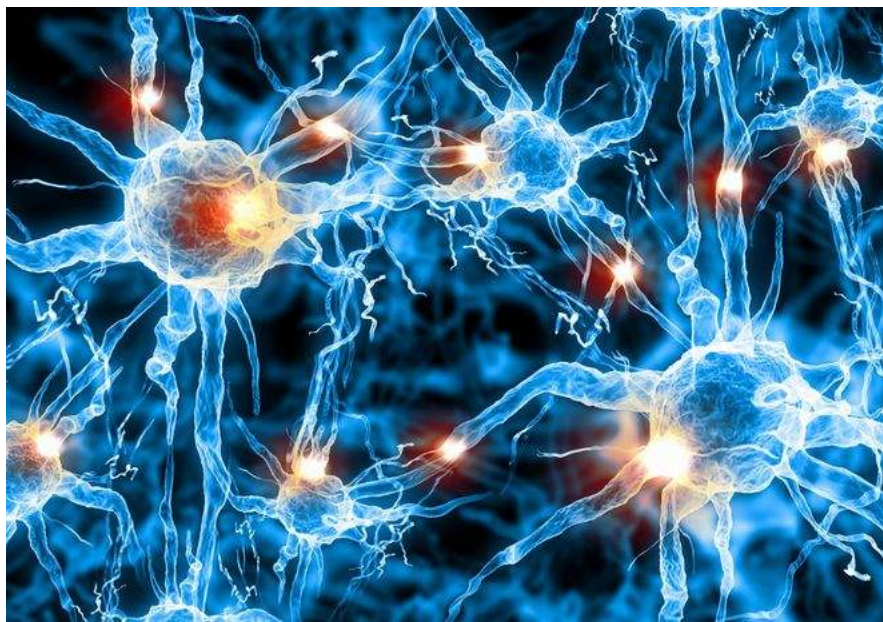


你知道吗?

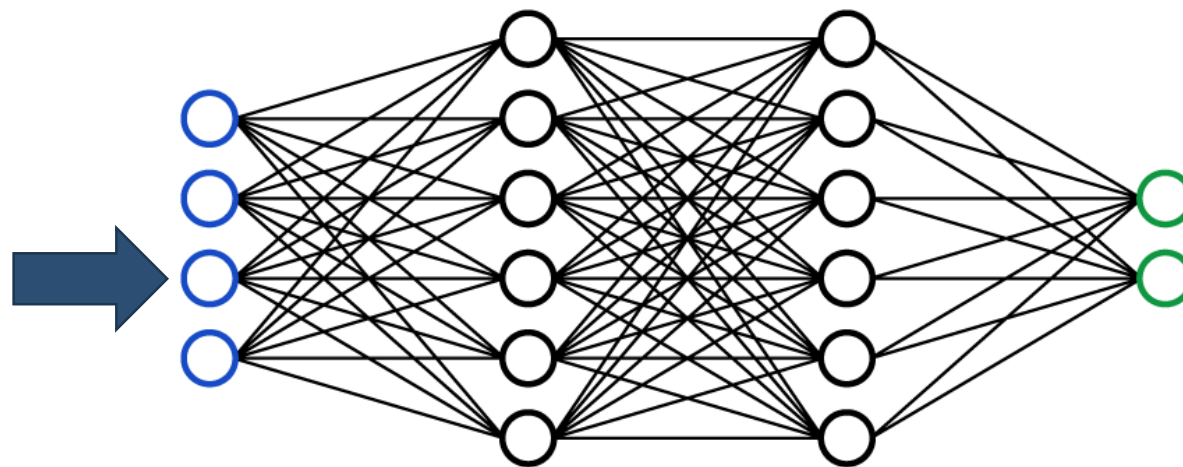


神经网络：人工智能的构建基石

机器如何像人类一样学习？



神经元



神经网络

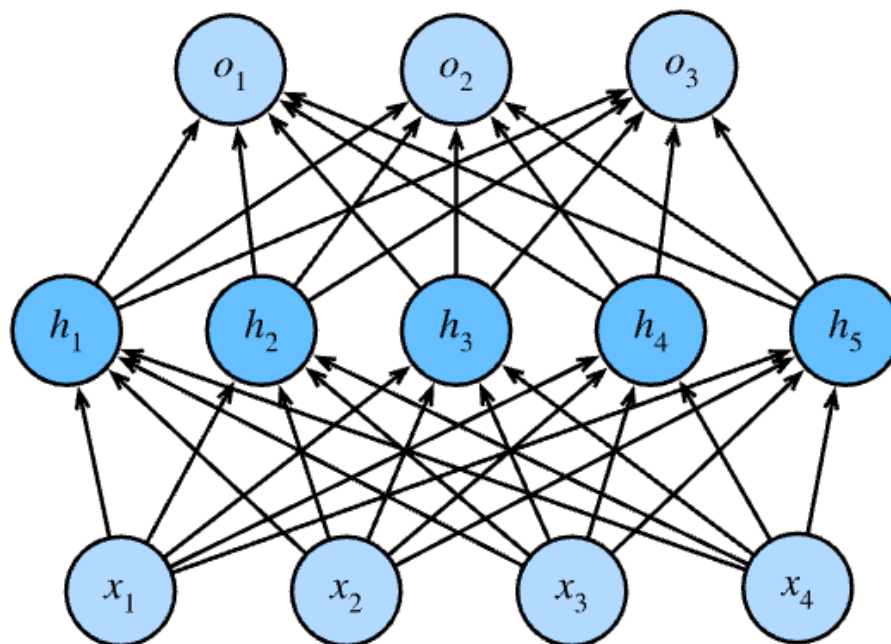
什么是神经网络?

- 一种受人脑启发的计算模型。
- 现代人工智能系统的基础。

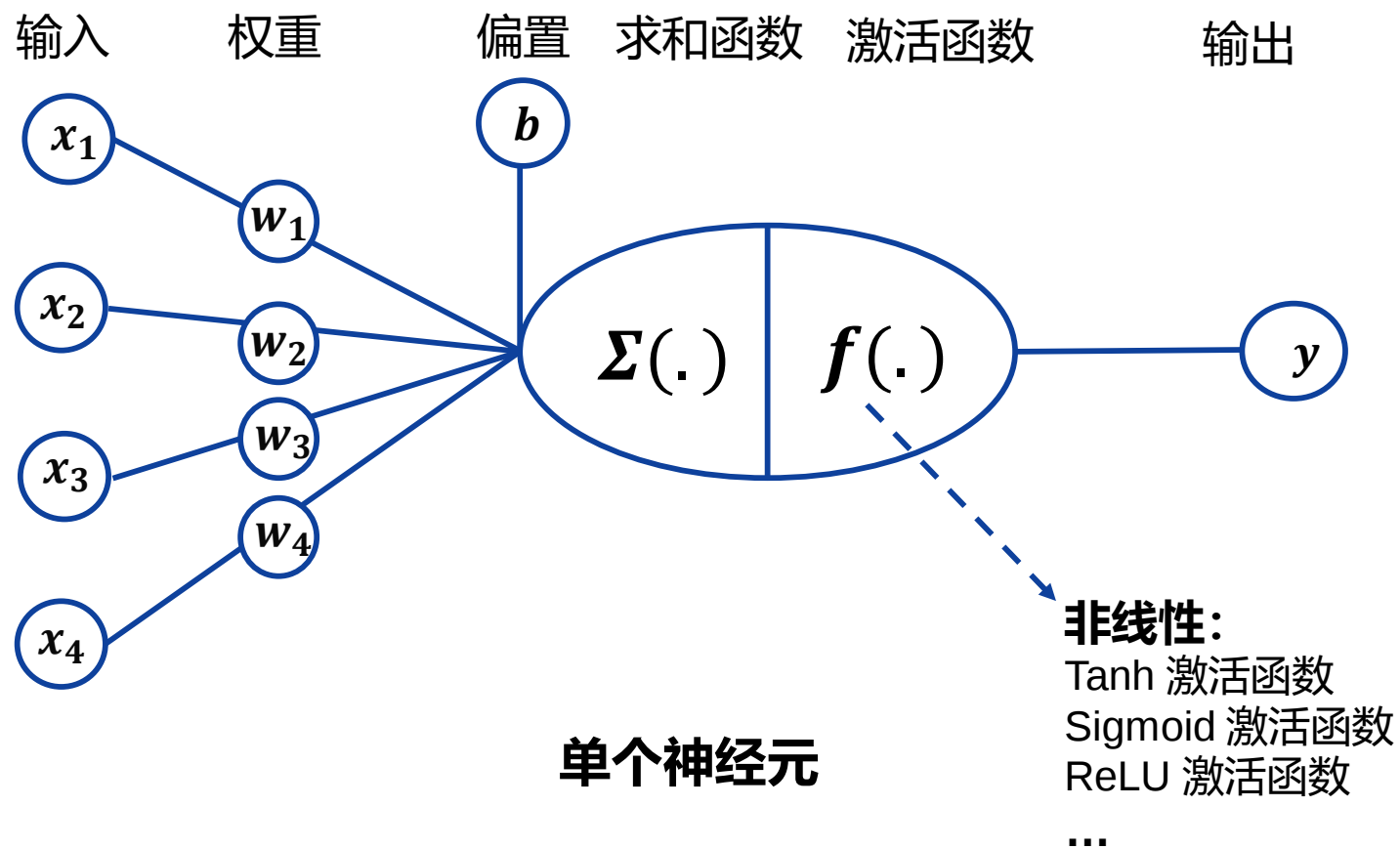
输出层 Output layer

隐藏层 Hidden layer

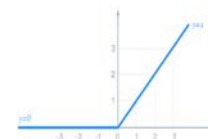
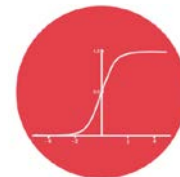
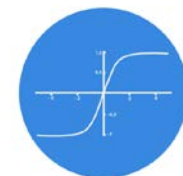
输入层 Input layer



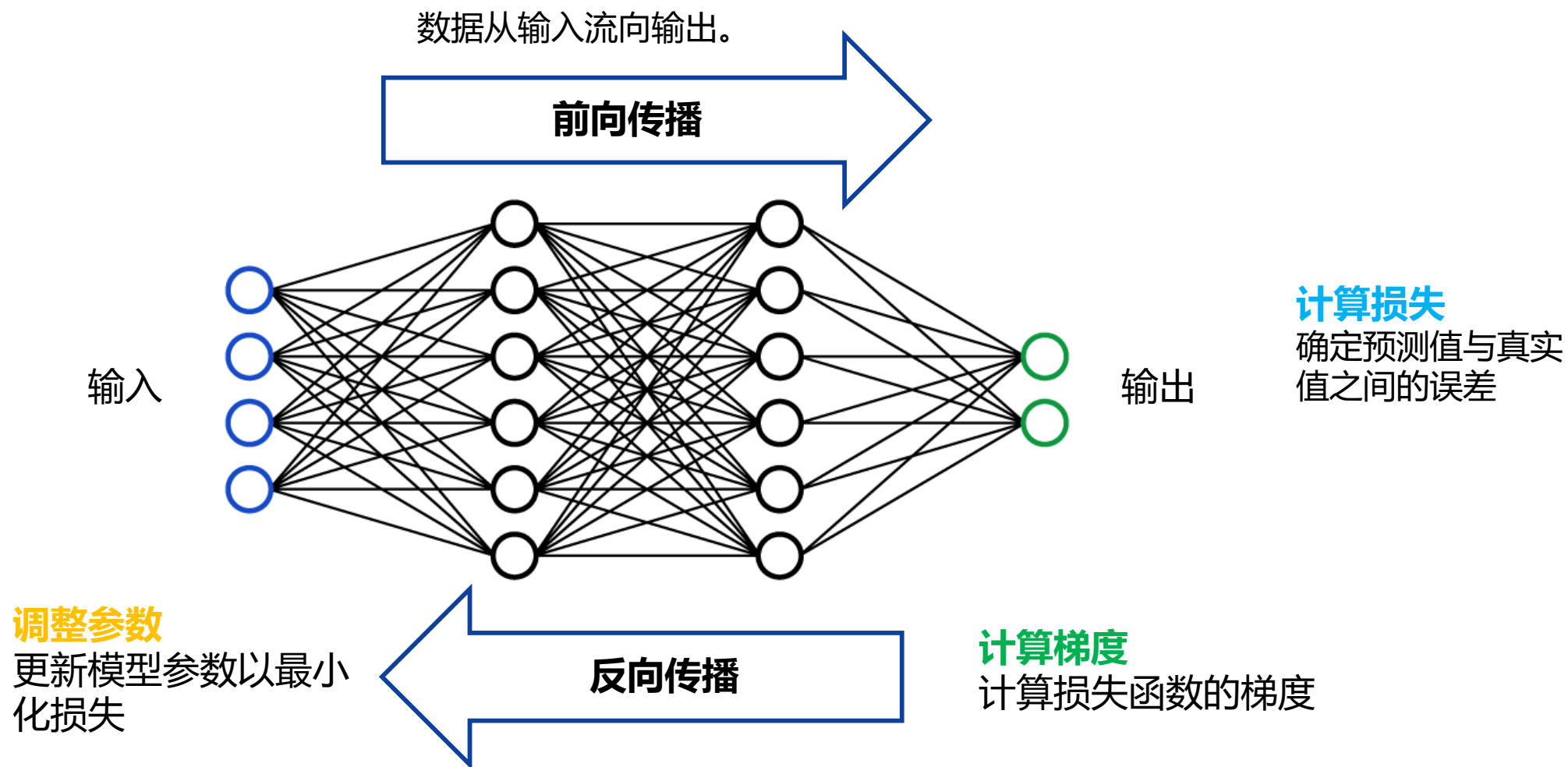
神经网络的组成部分



单个神经元

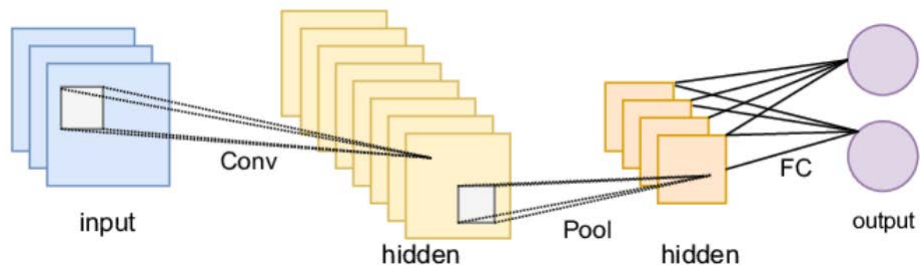


神经网络如何学习

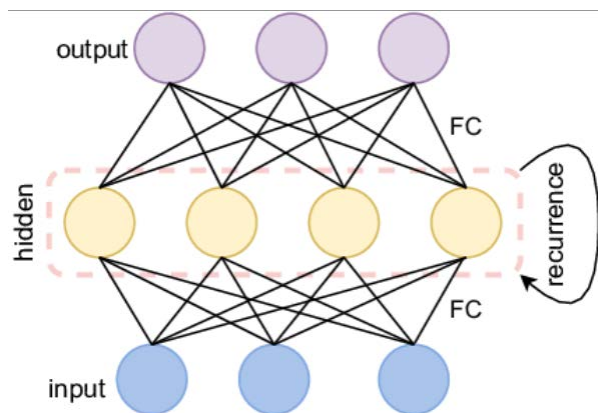


常见神经网络架构

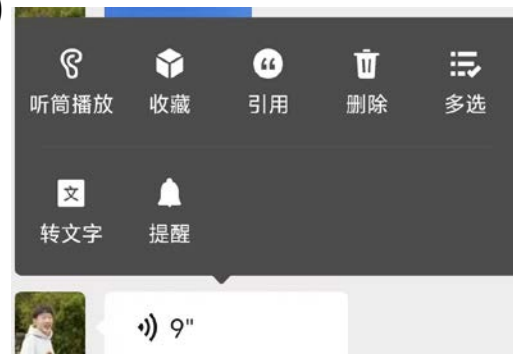
卷积神经网络 (CNN)：图像处理



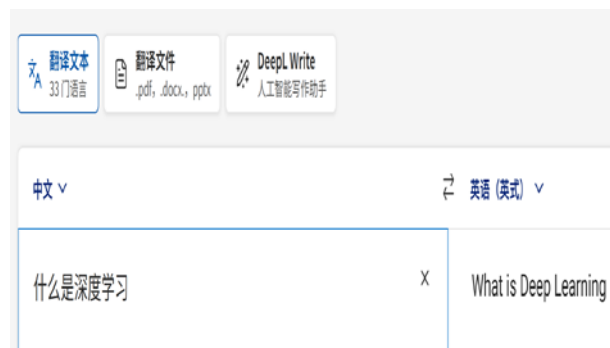
循环神经网络 (RNN)：序列数据（例如文本、时间序列）



计算机视觉



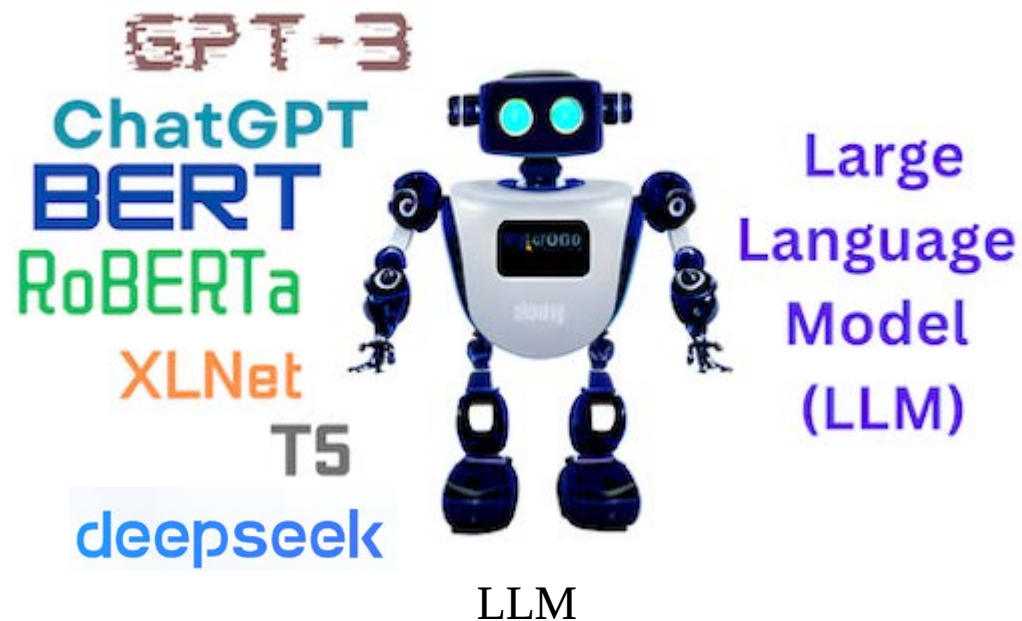
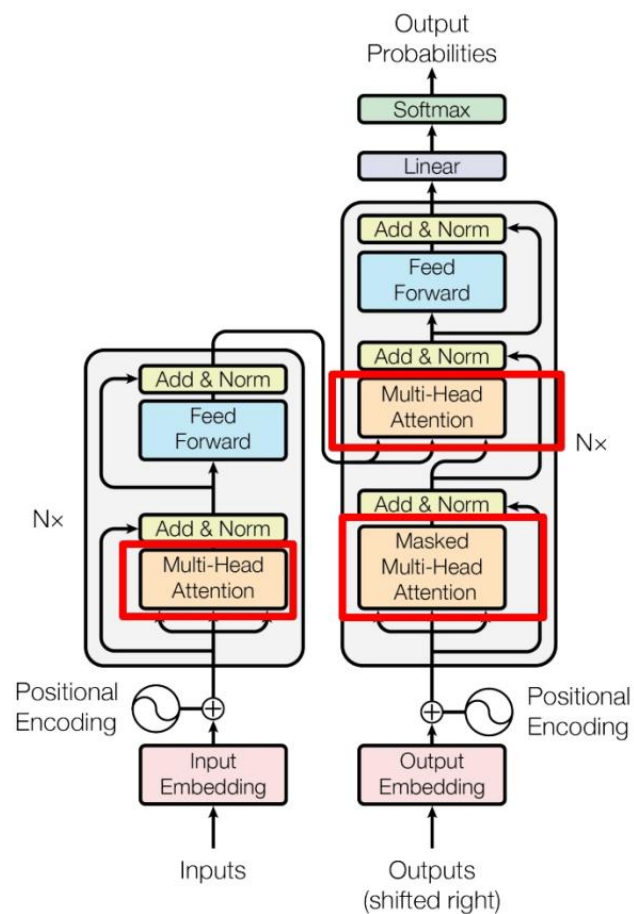
语音识别

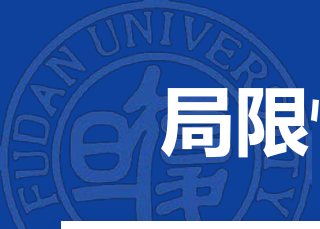


自然语言处理

常见神经网络架构

Transformer：自然语言处理任务（例如 GPT、BERT）





局限性

- **黑箱性质：**你无法知道或解释网络为什么会产生某个输出。
“如果你不能充分描述你的算法在做什么，那似乎就是有问题的。”
- **开发时间长：**视具体问题而定，神经网络可能需要较长时间开发。
- **数据需求大：**神经网络训练需要大量数据。
- **计算开销高：**训练和运行神经网络都可能需要大量计算资源。

....

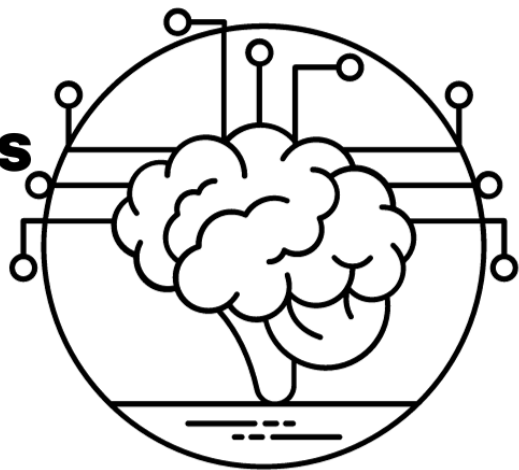
如果你不能充分描述你的算法在做什么，那似乎就是有问题的。”深度学习如今热度很高，但神经网络并不是一切问题的答案。



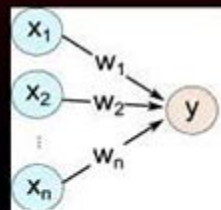
接下来是什么？

- 更高效的架构：脉冲神经网络
- 与其他技术集成：量子计算
- 伦理 AI 与可解释神经网络

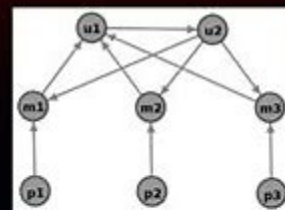
ETHICAL
Considerations
and
Security
Implication



QUANTUM NEURAL NETWORK MODELS AND ALGORITHMS



Quantum Perceptrons



Quantum Associative Memory

接下来是什么？

神经网络是开启通用人工智能（AGI）的**关键**。

-Demis Hassabis

AI 比核武器危险得多。神经网络处于这场革命的核心，我们必须谨慎开发它们

-Elon Musk



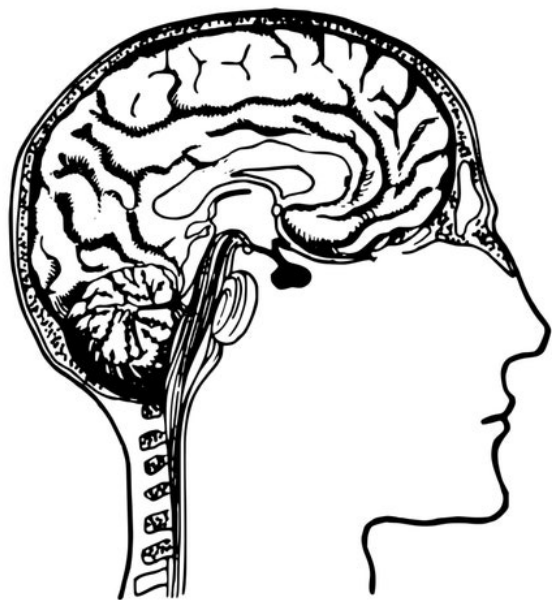
神经网络是将塑造我们未来的 AI 系统的**构建基石**。

- 李飞飞

神经网络和深度学习处于 AI 革命的中心。

-Andrew Ng

功能性

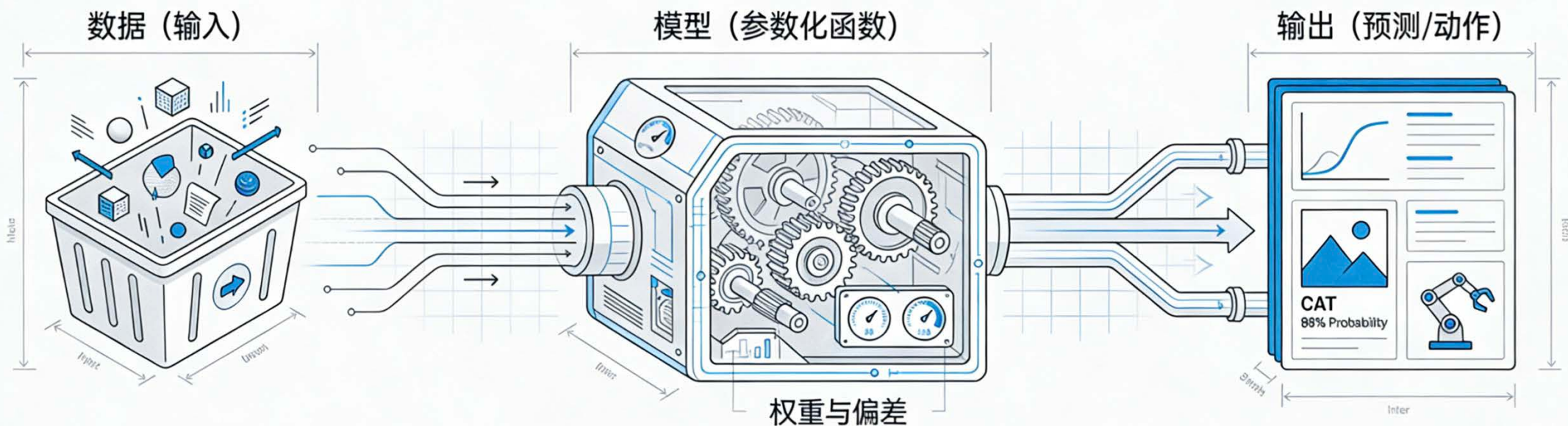


计算机
+
算法



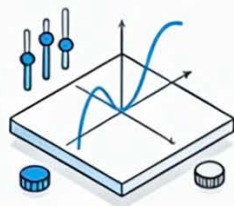
视觉——计算机视觉
听觉——语音识别
嗅觉——数字鼻???
触觉/感知——???

AI 算法：数据 -> 模型 -> 输出



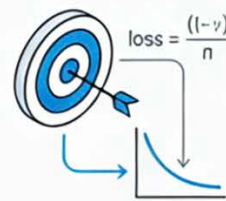
功能

算法并非魔法；它是一个带有可调参数的数学函数。它通过数学运算将原始输入转化为有意义的输出。



目标

模型通过优化特定的“损失”函数进行训练。该函数计算模型的猜测与实际目标之间的误差，驱动调优过程。



情境示例

- 逻辑回归：简单概率映射。
- K均值：基于距离的分组。
- Q学习：基于价值的动作选择

监督学习使用标注样本来训练预测模型

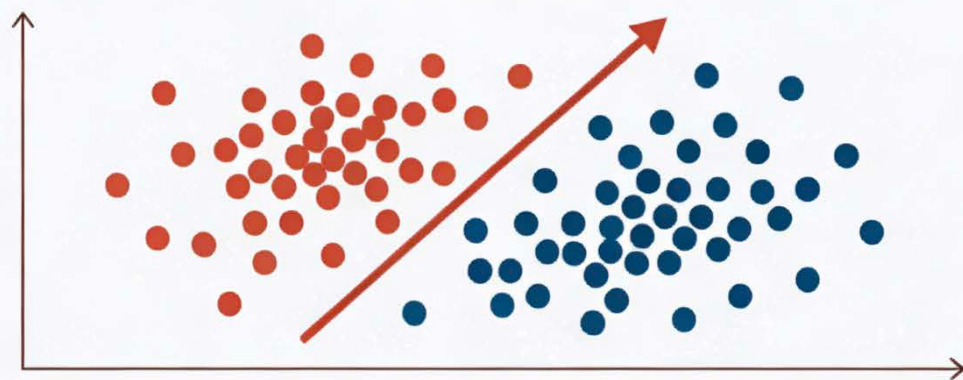
支柱1: 教师

关键特征

- **数据要求:** 依赖标注数据（即带有正确答案的输入）。
- **目标:** 将输入映射到已知输出，尽可能减少误差。
- **隐喻:** 教师批改学生的模拟试卷。

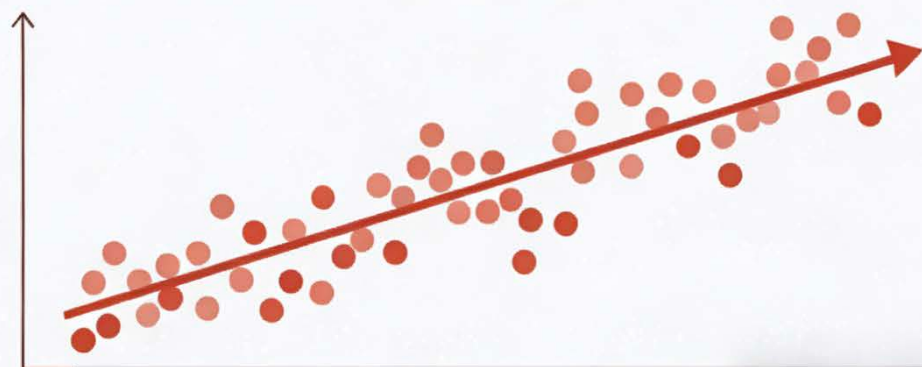


任务: 分类



预测离散类别（例如：这是垃圾邮件吗？是/否）

任务: 回归



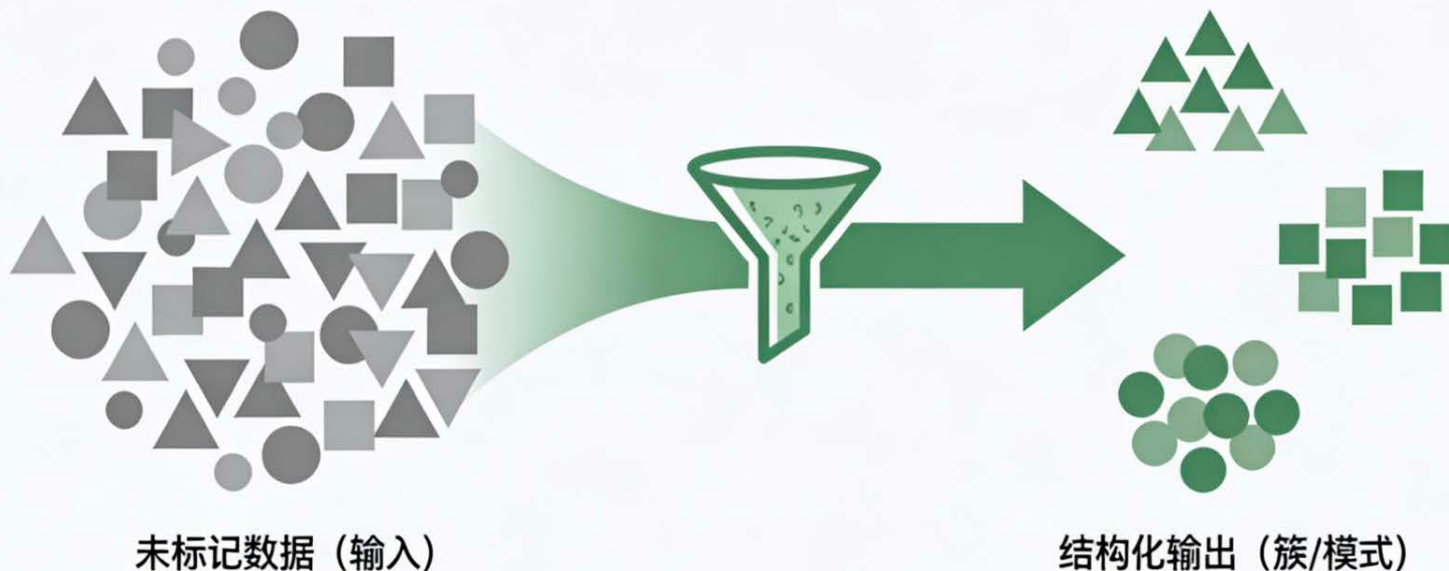
预测连续数值（例如：房屋价格：45万美元）

无监督学习发现未标记数据中的隐藏结构

支柱2：探索者

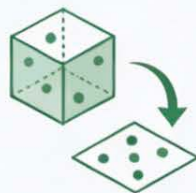
关键特征

- **数据要求：**
使用未标记数据（无答案键，仅有输入）。
- **目标：**
在数据集中找到内在模式、流形或分组。
- **挑战：**
评估比监督学习更难，为没有“真实情况”可作为评分依据。



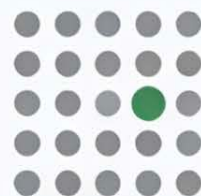
聚类

对相似项目分组（例如，客户细分）。



Dimensionality Reduction

简化复杂数据同时保留结构（例如，PCA）。



Anomaly Detection

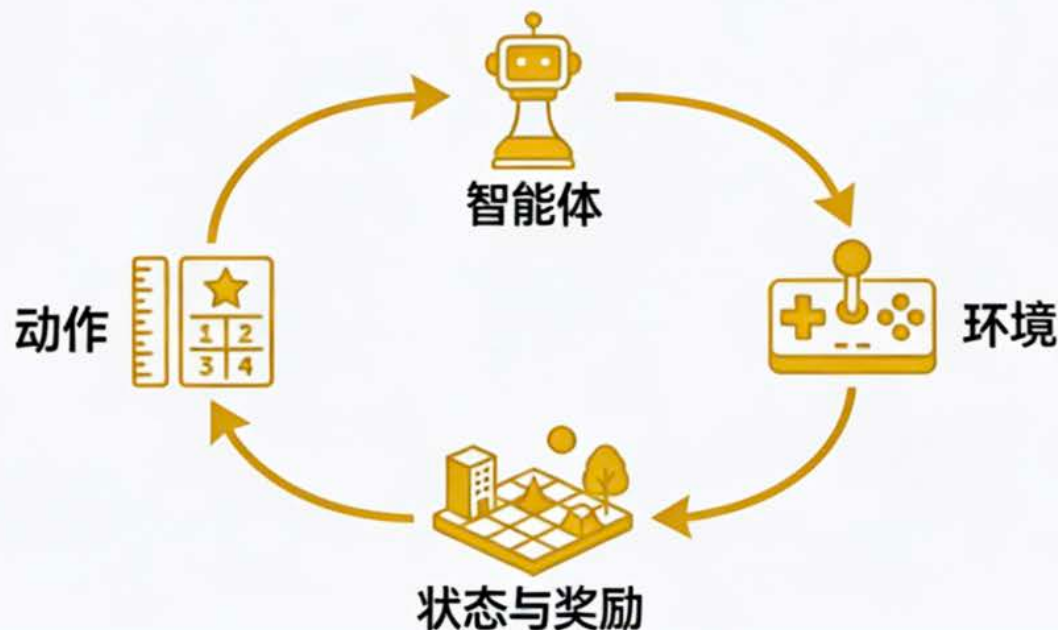
识别异常值（例如，欺诈检测）

强化学习通过交互最大化累计奖励

支柱3: 智能体

关键特征

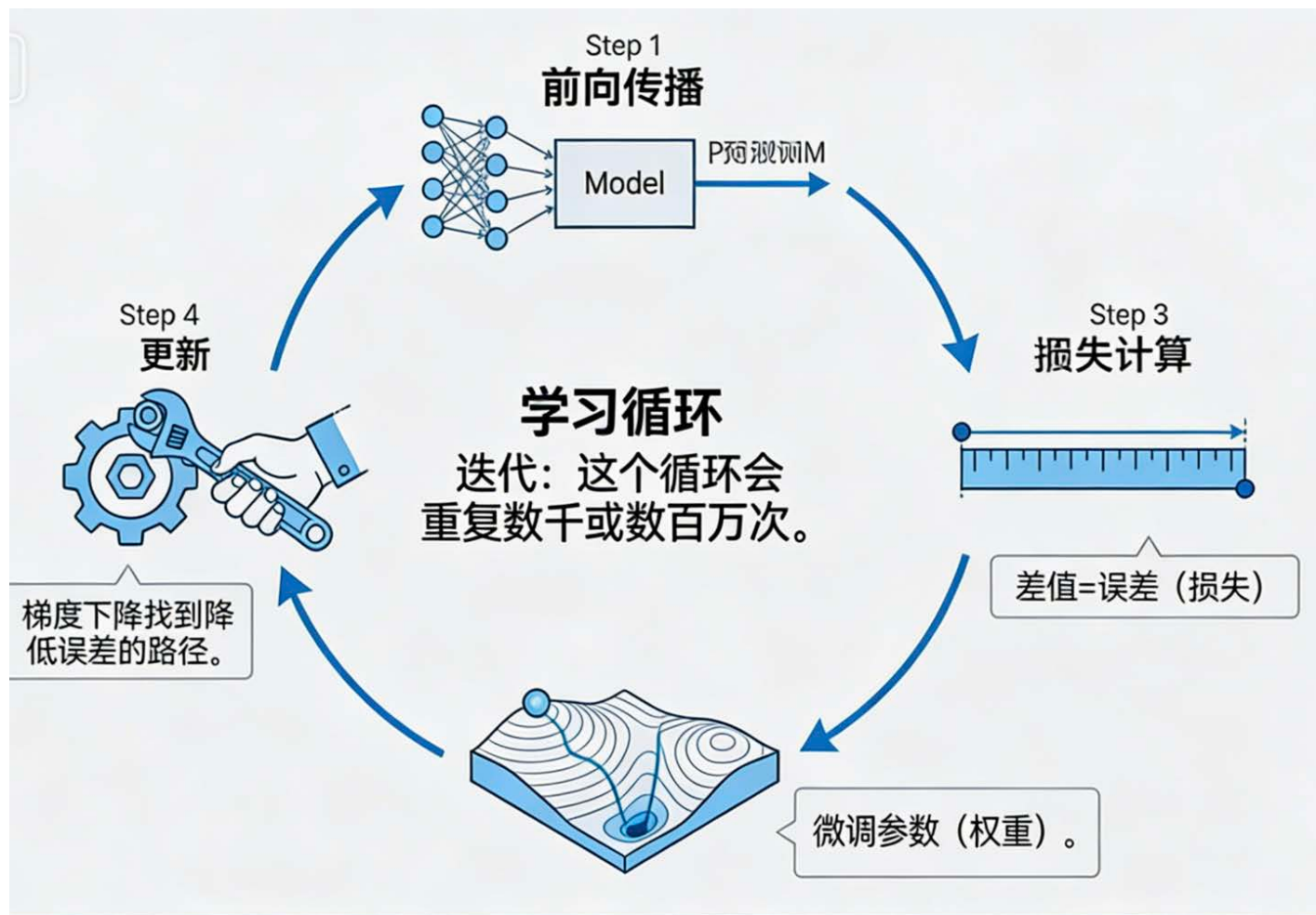
- 循环: 模型通过与动态环境交互学习, 而不仅仅是读取静态文件。
- 目标: 随时间最大化累积奖励。
- 关键概念: 延迟奖励。
有时一步走法 (如国际象棋) 现在没有得分, 但能在10步后促成胜利。



应用与示例:

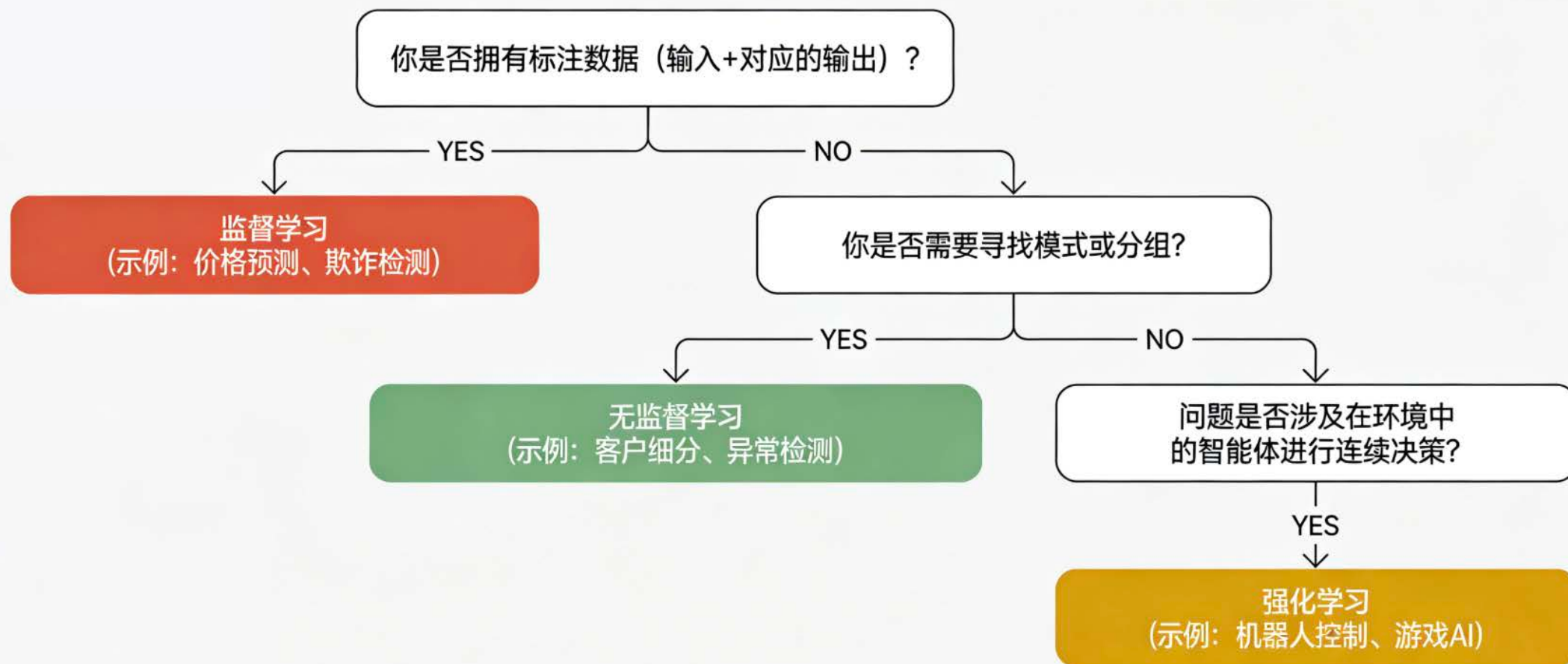
- 机器人技术: 平衡无人机或抓取物体。
- 游戏: AlphaGo、Dota 2 机器人。
- 控制系统: 优化服务器冷却或交通流逻辑。

算法通过优化来最小化损失函数，从而实现学习



人工智能中的学习本质上是一个迭代的误差减少过程。模型“不知道”任何东西；它在数学上最小化其猜测与答案之间的距离。

选择正确的学习范式取决于数据标签和目标



策略提示：始终从简单的方法开始。如果线性回归足够好用，就不要使用深度神经网络。复杂度会增加成本和不透明度。

应用场景：将现实世界问题映射到算法

场景A：图像分类

问题：对猫和狗的图片进行分类。
类。

解决方案：监督学习

原因：存在明确的类别和带标注的图像数据。

场景B：市场细分

问题：根据购买历史对客户进行
组。

解决方案：无监督学习

原因：没有预定义的分组，需要从数据中发现隐藏的聚类。

场景C：仓库自动化

问题：训练机器人高效地拾取和
放置物品。

解决方案：强化学习

原因：需要通过物理交互进行顺序决策，并延迟获得成功/失败的反馈。

总结



监督学习

老师。

当你有标签且需要预测时使用。



无监督学习

探索者。

当你有原始数据且需要结构时使用。



强化学习

智能体。

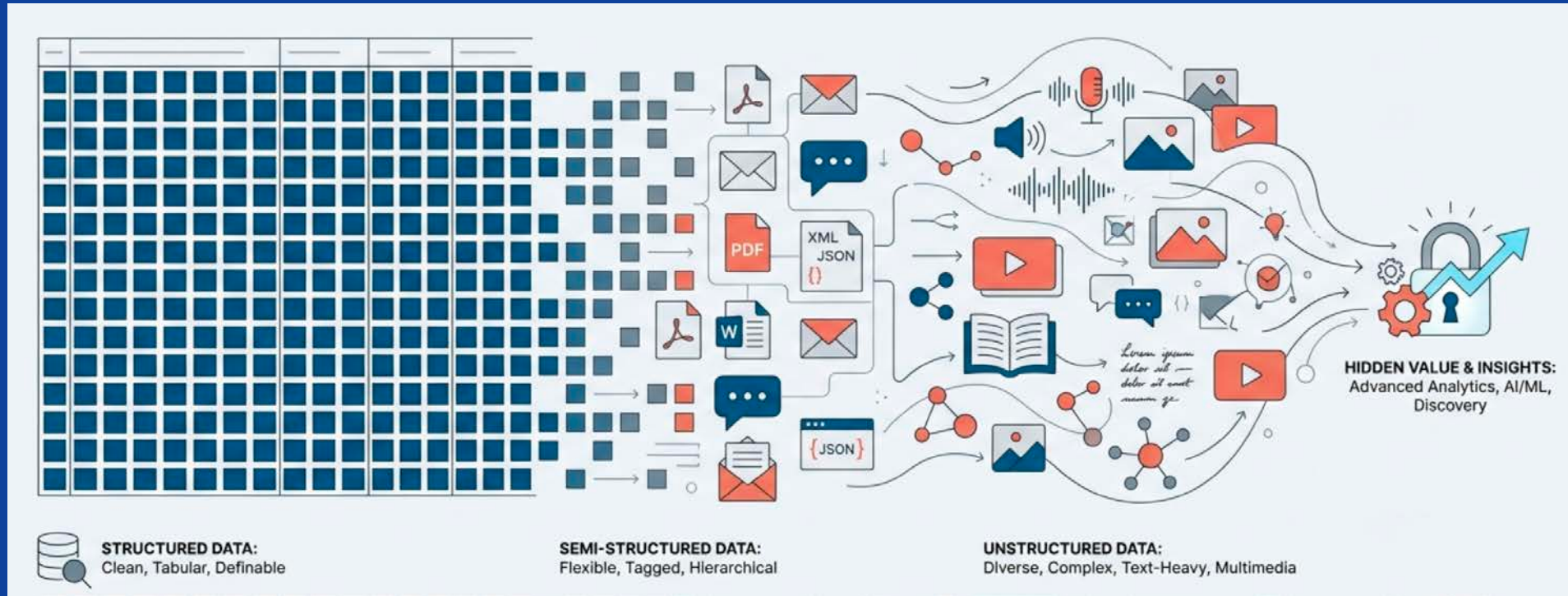
当你有环境且需要策略时使用。

延伸阅读与资源

Ian Goodfellow、Yoshua Bengio和Aaron Courville所著的《深度学习》（权威学术文本）。

Richard S. Sutton和Andrew G. Barto所著的《强化学习：导论》（强化学习基础书籍）。

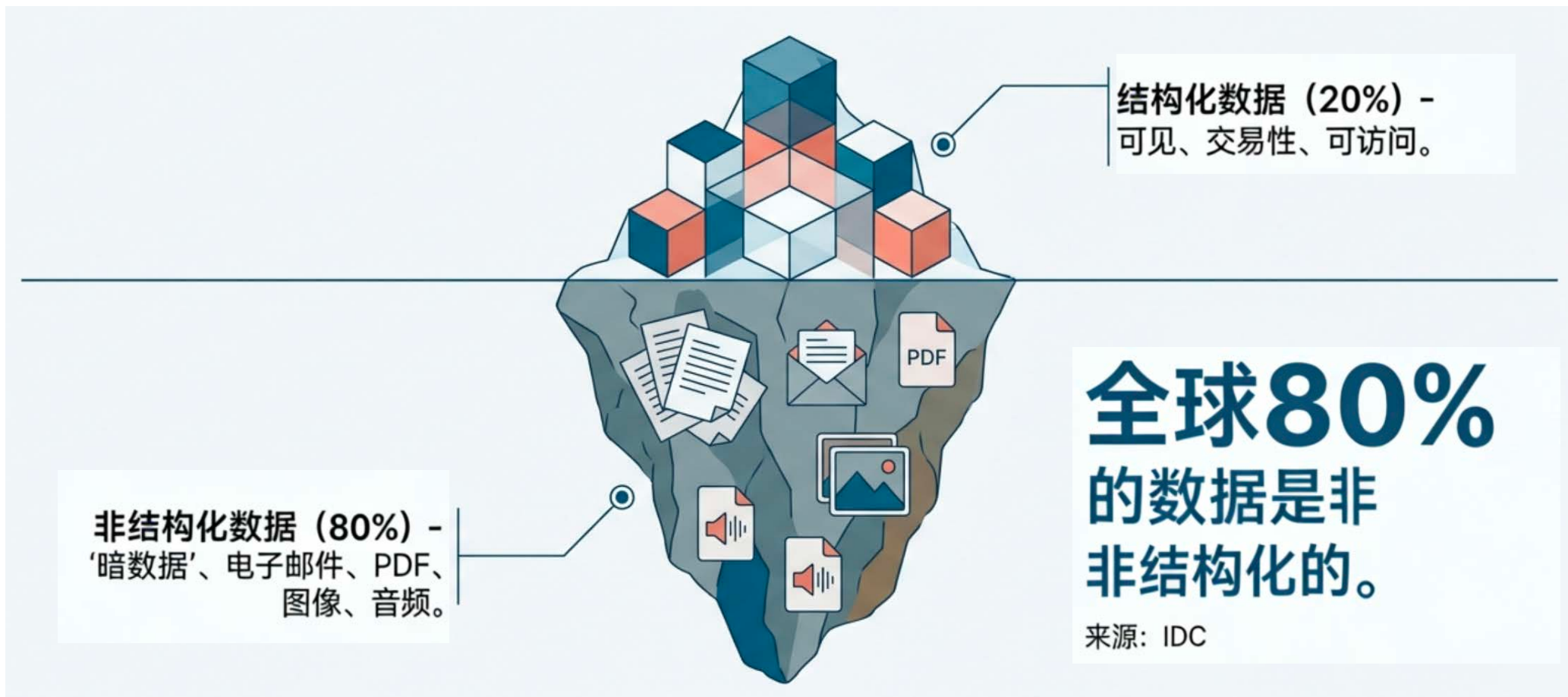
Scikit-learn教程 (scikit-learn.org)（Python的实践实现资源）。

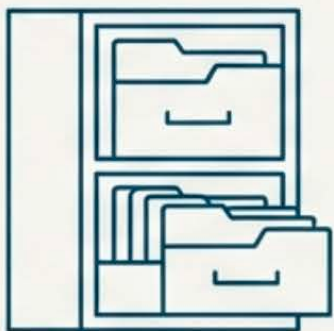


数据



数据的 80/20 法则





结构化数据

严格、量化、高度结构的行与列。
(例如: SQL、Excel)

半结构化数据

灵活。带有结构元素(标签)但无严格模式。(例如: JSON、XML、电子邮件)

非结构化数据

灵活、定性、格式不固定, 依赖上下文。
(例如: 视频、PDF、社交媒体)

结构化数据

定义：按预定义模型组织的数据
通常为带行和列的表格。

关键特征：

- ACID 合规性：原子性、一致性、隔离性、持久性。
- 写前模式：存储前必须定义结构。
- 写前模式：存储前必须定义结构。
- 可扩展性：垂直扩展（需要硬件升级）。

常见来源：CRM 系统、ERP、银行分类账。



客户 ID	姓名	账户余额	最后登录
001	J. Smith	5000 美元	2023-10-12
002	K. Lee	12450 美元	2023-10-14
003	K. Lee	12450 美元	2023-10-14
004	M. Davis	890 美元	2023-10-15
004	B. Johnson	10000 美元	2023-10-15
003	M. Davis	890 美元	2023-10-15
004	B. Johnson	10000 美元	2023-10-18



半结构化数据

定义：不在关系数据库中但使用内部标签/标记来识别数据元素的数据

关键特征：

- 自描述性：包含元数据或标签（例如，JSON键）。
- 分层结构：支持嵌套数据（树/图）。
- 敏捷性：模式可以在不破坏系统的情况下演进。

标准产品

```
{
  'id': '101',
  'category': '食品',
  'name': '苹果',
  'qty': '150'
}
```



演进产品（新增字段）

```
{
  'id': '102',
  'category': '电子产品',
  'name': '智能手机',
  'specs': {
    'storage': '256GB',
    'camera': '12MP'
  }
}
```



非结构化数据

定义：缺乏预定义数据模型的信息

挑战：

定义：对机器而言“杂乱”，但在人类语境中丰富。

挑战：对机器而言“杂乱”，但在人类语境中丰富。

关键数据：

80%的企业数据（IDC）。

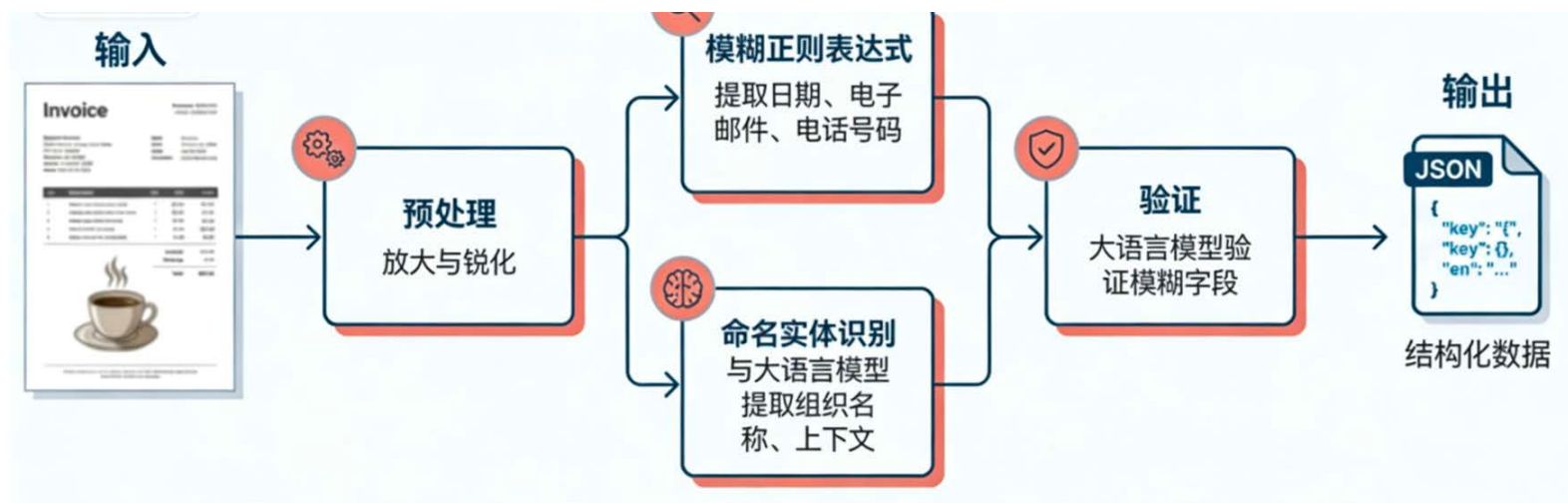
多样性：

- 文本类：电子邮件、合同、临床笔记。
- 非文本类：图像、音频、视频、物联网流。



特性 (Feature)	结构化 (SQL)	非结构化 / NoSQL
可扩展性	垂直扩展 (向上扩展 - 硬件升级)	水平扩展 (向外扩展 - 多服务器集群)
数据模型	预定义 schema (结构固定、严格)	动态 schema (结构灵活、可变)
存储理念	写时校验 schema (Schema-on-Write)	读时推断 schema (Schema-on-Read)
一致性	ACID 原则 (强一致性、严格事务)	BASE 原则 (最终一致性、高可用)
最佳适用场景	银行、库存管理、ERP 等事务密集型系统	社交信息流、大数据、物联网等高并发场景

AI 可以帮助将非结构化数据预处理为结构化数据



医生记录

患者否认胸痛。

患者父亲有糖尿病史。

患者目前无糖尿病迹象。

家族病史 (阳性)

患者诊断 (阴性)

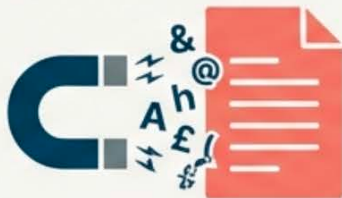
语境: 被“目前无迹象”否定

将 AI 应用于数据：把混沌转化为洞见



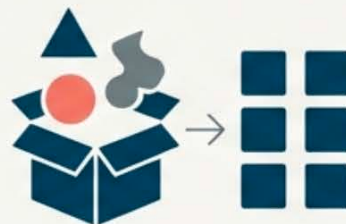
阶段 1: 数据摄入

原始数据（网页、
数据库、接口）



阶段 2: 数据提取

爬虫（Thunderbit）、光学字符识别
（Tesseract）、正则表达式



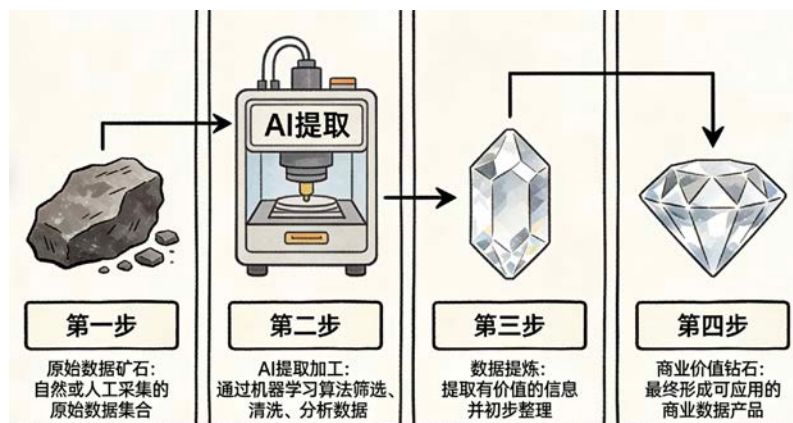
阶段 3: 数据标准化

格式标准化与数据清洗



阶段 4: 数据分析

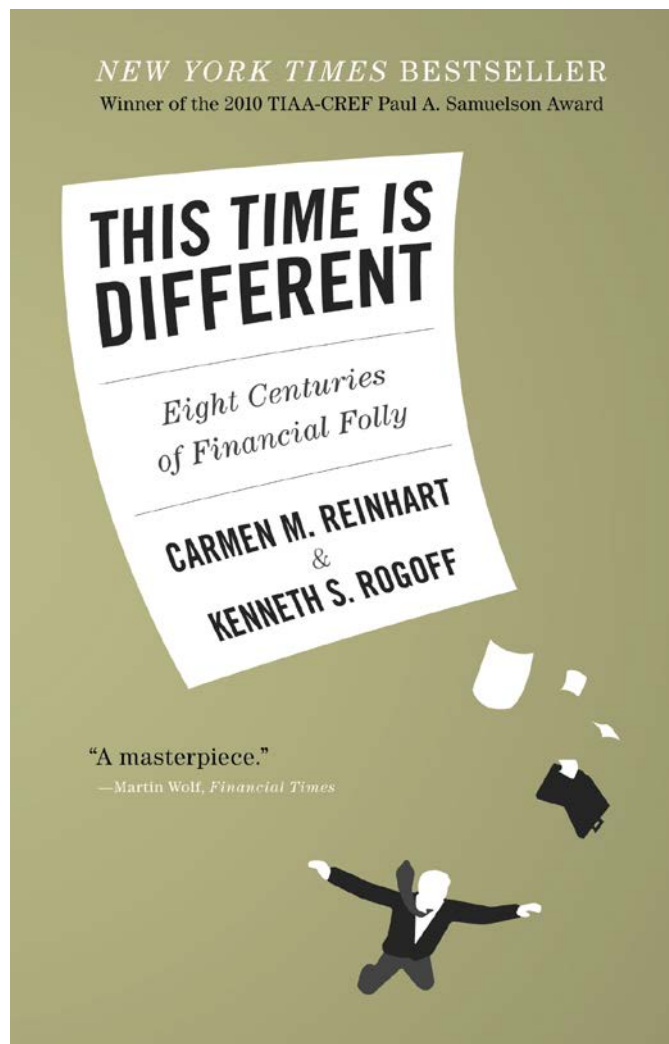
自然语言处理、
大语言模型、情感分析



- 不要忽视那 80% 的非结构化数据，AI 可以帮助将其转换为结构化数据。
- 使用正确的工具 / AI 模型来获得有价值的洞见。



一些观点



復旦大學

Questions?

hujq@fudan.edu.cn

