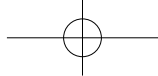


新时代·技术新未来

深入浅出人工智能： AI 入门的第一本书

张 川 陈海林 朱振宇 编著

清华大学出版社
北 京



内 容 简 介

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术正在席卷全球,大家都希望能快速掌握 AI 的基本技术,参与到这个充满前景的领域,但是苦于缺乏相关的基础,对 AI 行业的术语难以快速理解。本书从基本的概念出发,以日常生活和工作中的实例为基础,深入浅出地阐述 AI 技术的原理,读者即便没有任何相关的技术基础,也能快速掌握主要的概念,从而完成 AI 的入门学习。

本书内容涵盖 AI 基本原理、机器学习、神经网络等核心技术,适合 IT 技术人员、企业管理者、大学生等读者群体阅读。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目 (CIP) 数据

深入浅出人工智能: AI 入门的第一本书 / 张川, 陈海林, 朱振宇编著.

北京: 清华大学出版社, 2025. 4.

(新时代·技术新未来). -- ISBN 978-7-302-68675-0

I . TP18

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20259YN765 号

责任编辑: 刘 洋

封面设计: 徐 超

版式设计: 方加青

责任校对: 王荣静

责任印制: 丛怀宇

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-83470000 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 河北鹏润印刷有限公司

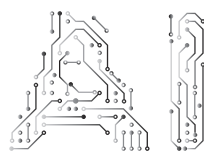
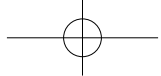
经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 20 字 数: 535 千字

版 次: 2025 年 4 月第 1 版 印 次: 2025 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 89.00 元

产品编号: 107836-01



前言

随着科技的飞速发展，人工智能（Artificial Intelligence，AI）技术已经成为当今社会无法忽视的一股力量。它正在逐步地渗透到我们生活的每一个角落，从智能家居到自动驾驶，从医疗诊断到金融服务，AI 无处不在地改变着我们的世界。然而，面对这一强大且不可逆转的趋势，许多人却因为对 AI 知识的匮乏而感到迷茫、恐惧甚至抗拒。本书正是为那些渴望了解 AI 知识，但基础薄弱、时间有限的读者编写的。我们力求从日常生活中的例子出发，用通俗易懂的语言解释 AI 技术的原理，避免过多的公式和复杂的数学推导，让拥有初中数学基础的读者也能轻松理解 AI 的基本概念。我们希望通过这种方式，让读者完成 AI 技术的入门，最终拥抱这个将要改变全人类的新技术。

本书面向的读者群体广泛，包括但不限于以下读者。

（1）原本从事 IT 行业，想要转行从事 AI 的技术人员。本书将帮助读者快速理解 AI 专业术语，建立起完整的知识框架，从而为进一步学习 AI 打下良好的基础。

（2）各行业的企业管理者。本书将让读者了解到 AI 的最新能力，帮助其评估本企业如何与 AI 相结合，为企业决策提供参考。

（3）在校大学生。本书将让读者在轻松愉快的阅读中理解 AI 的基本原理和发展前景，为其学习和择业提供方向。

在内容结构上，本书分为 4 篇。第 1 篇，前两章通过生活中的实例，深入浅出地介绍 AI 的发展历史和机器学习的基本概念。第 2 篇，第 3 章和第 4 章详细讲解了人工智能的底层逻辑，包括传统的 AI 算法和当下得到广泛应用的神经网络。第 3 篇，第 5 章至第 11 章，以神经网络为基础，讲解了几个非常重要的大模型，它们是生成式对抗神经网络、卷积神经网络、扩散模型、Transformer、Sora 等。第 4 篇，最后 3 章，我们将探讨人工智能发展的历史、现状及未来，让读者对 AI 有一个全面而深入的认识。

为了能让读者在实践中加深理解，本书还提供了许多完整而简短的 AI 应用代码，读者可以在自己的 PC 上直接运行这些代码，亲身体验 AI 的神奇魅力。

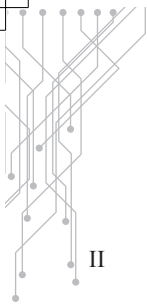
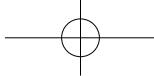
在本书编写过程中，我们得到了来自各方的宝贵帮助与支持。

首先，我们要向家人致以最深切的感激，他们的鼓励和支持是我们持之以恒并最终完成本书的坚实后盾。

其次，我们衷心感谢北京邮电大学的艾波教授、王柏教授、廖启征教授，以及西安建筑科技大学的赵文静教授、李柏龄教授。他们高尚的品行和对学术的钻研精神始终激励着我们，是我们不断追求的目标和榜样。

再次，我们还要特别感谢多年的挚友王君珂、黄启峰、周朝霞、张源海、高永峰、贺鹏、李繁毓、杨慧娟。与他们深入的交流与讨论，不仅拓宽了我们的视野，还深化了我们对新技术的理解与掌握。

北京邮电大学的钟义信教授从人工智能方法论的高度给予我们很多具体的指导，在此表



II

深入浅出人工智能：AI 入门的第一本书

示深切的敬意和感谢。

西安电子科技大学的赵宇教授在本书的编写过程中给予了我们很多宝贵的帮助和支持，我们对此表示由衷的感谢。

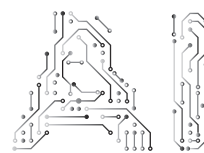
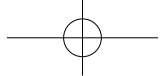
从次，我们要特别提及帅勇先生，他为本书绘制的精美插图，不仅极大地丰富了本书的内容，更为本书增添了艺术价值和观赏性。

最后，我们要感谢清华大学出版社的刘洋老师。在本书的出版过程中，他给予了我们专业的指导和认真的帮助，使得本书在内容和质量上都得到了显著提升。他的辛勤付出使得本书能够顺利地出版，从而能够使我们与更多读者分享我们的知识和见解。

希望本书能成为读者了解 AI 的良师益友，让我们一起迎接这个充满无限可能的 AI 时代。

为了方便读者下载本书的示例源代码，我们提供了一个二维码（见本书封底），扫描后即可获得书中所有的源代码及数据文件。此外，为了能使读者更容易地理解本书内容，我们也会制作并发布本书的培训视频，敬请关注。

编者



目 录

第 1 篇 每个人都能懂的人工智能

第 1 章 人工智能很简单——从初中数学到专家系统 002

- 1.1 用初中数学知识来理解人工智能 002
- 1.2 人工智能四大基础心法 003
- 1.3 追求女神这件事，技术宅男搞不定 004
- 1.4 同样是尬聊，带点智慧结果就不一样了 006
- 1.5 专家系统——追女仔，我们是专业的 006

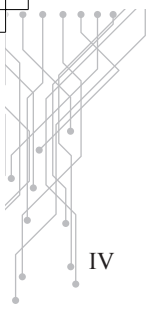
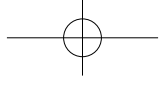
第 2 章 机器学习是实现人工智能的必经之路 009

- 2.1 机器能帮我们做什么 009
- 2.2 机器学习修炼手册 011
- 2.3 来来来，围观人家机器是怎么学习的 013
 - 2.3.1 有监督学习——给出标准答案的学习 013
 - 2.3.2 无监督学习——“别人家的孩子” 014
 - 2.3.3 强化学习——真的学霸，能自己探索最优策略 017
- 2.4 认识几个专业术语——AI 界的“切口” 023

第 2 篇 人工智能的底层逻辑

第 3 章 风起云涌的人工智能战国时代 026

- 3.1 一个神族和人族的赌局 026
- 3.2 回归预测——未卜先知不是梦 027
 - 3.2.1 线性回归——做股市里最靓的仔 027
 - 3.2.2 套索回归 & 岭回归——线性回归的改良版 033
 - 3.2.3 让损失函数最小化的方法——梯度下降 034
- 3.3 逻辑回归——1912 年 4 月 15 日 036
- 3.4 K 近邻——圈子对了，事就成了 042



- 3.5 决策树——选择比努力更重要？ 045
 - 3.5.1 用决策树选出心中的女神 046
 - 3.5.2 ID3、C4.5 和 CART 算法——不断提高决策的效率 047
 - 3.5.3 解决过拟合问题——剪枝 052
 - 3.5.4 随机森林——借助现场观众的智慧 055
- 3.6 支持向量机——人脸识别的利器 056
 - 3.6.1 线性可分问题——楚河汉界 056
 - 3.6.2 线性不可分问题——靠穿越能解决的都不叫事儿 059
 - 3.6.3 多分类问题——笨人也有笨办法 064
- 3.7 朴素贝叶斯算法——买彩票走向人生巅峰 065
- 3.8 算法实战——用人工智能解决实际问题 068
 - 3.8.1 20 分钟搭建 Python 环境 069
 - 3.8.2 线性回归——预测鸢尾花的花瓣宽度 074
 - 3.8.3 逻辑回归——泰坦尼克号乘客的幸存概率 076
 - 3.8.4 K 近邻——给电影分类 079
 - 3.8.5 支持向量机——判断真正购买的客户 082
 - 3.8.6 决策树模型——判断能否获得贷款 085

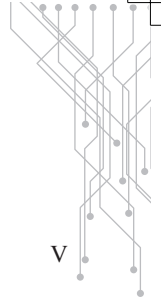
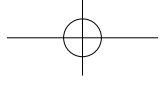
第 4 章 神经网络的崛起——不是老夫离不开江湖，而是江湖离不开老夫 089

- 4.1 最简单的神经元——大道至简 089
- 4.2 加层——神经网络的曲折成佛之路 093
- 4.3 神经网络工作的基本原理——大王让我来巡山 099
 - 4.3.1 狮驼岭的“妖怪神经网络” 099
 - 4.3.2 国有国法，妖有妖规 100
 - 4.3.3 模式识别——狮驼岭基本法 104
- 4.4 神经网络 vs 传统机器学习 106
- 4.5 深度机器学习的三大步骤——大模型是怎么炼成的 108
 - 4.5.1 预训练——培养一位合格的运动员 108
 - 4.5.2 微调——为具体比赛做准备 112
 - 4.5.3 对齐——查缺补漏 117
- 4.6 人工智能科技树回顾 118
- 4.7 神经网络实战——让 MLP 识别 6 岁孩子写的数字 119

第 3 篇 煮酒论模型

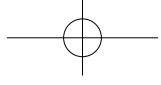
第 5 章 卷积神经网络（CNN）——图像识别背后的技术 123

- 5.1 卷积，卷的是什么？ 123
- 5.2 用卷积核提取喵星人的特征 128



目 录

5.3	猜错了怎么办? ——知错就改, 不断进步	133
5.4	神秘的神经网络——人类无法理解的黑箱	134
5.5	CNN 实战——让机器能识别飞机、汽车、猫和狗	136
第 6 章	生成式对抗网络 (GAN) ——魔高一尺, 道高一丈	140
6.1	两个玩家的博弈——生成器和判别器	140
6.1.1	生成器——字画伪造者	140
6.1.2	判别器——字画鉴定师	141
6.2	多轮“博弈”和“进化”	142
6.3	要注意的细节	143
第 7 章	扩散模型 (Diffusion Model) ——文字生图	144
7.1	读心术——女神心里的“520”	144
7.2	从 GAN 到 VAE ——“左右手互搏”vs“经脉逆转”	145
7.3	扩散模型——越来越火爆的江湖绝技	147
7.3.1	扩散模型的灵感——覆水可收	147
7.3.2	从后验概率到 DDPM——降低生成图像的难度	150
7.3.3	基于高斯分布预测噪声——另一种方式实现熵减	151
7.4	Stable Diffusion——文生图的首选	152
7.4.1	Stable Diffusion 架构——SD 魔法箱里的三件法宝	153
7.4.2	训练 U-Net 去除噪声——培训一位合格的雕刻家	156
7.4.3	基于 CLIP 模型创作图像——既懂文字又懂图像的专家	159
第 8 章	机器翻译, 想说爱你不容易	165
8.1	机翻毁一生	165
8.2	让机器翻译变得丝滑的奥秘——训练, 不断地训练	168
8.3	单词向量化——编制一个单词向量大辞典	171
8.3.1	化整为零——让“结巴”来识文断句	171
8.3.2	向量——硅基生命理解世界的方式	176
8.3.3	语言向量化的利器——Word2Vec	182
8.3.4	词向量小结	184
8.4	理解一段话的重点——你得品, 细细地品	185
8.4.1	注意力不集中, 送分题秒变送命题	185
8.4.2	Transformer——AI界的“九阴真经”	186
8.4.3	编码器-解码器 (Encoder-Decoder) 架构	186
8.4.4	Transformer的秘密——3个神秘矩阵 w_q 、 w_k 、 w_v	190
8.4.5	自注意力的计算方法	192
8.4.6	点乘运算——精确计算两个词语之间的亲密程度	194



VI

深入浅出人工智能：AI 入门的第一本书

- 8.4.7 多头注意力——同时关注多个特征 195
- 8.4.8 “注意力”与“自注意力”的区别 196
- 8.4.9 位置编码——解决语序问题 197
- 8.4.10 掩码——训练的时候不能偷看答案 199

8.5 Transformer 原理小结 200

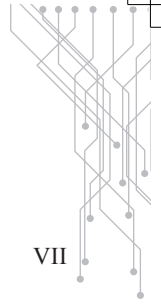
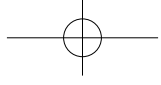
8.6 单词向量化实战——用“结巴分词”划分 token 201

第 9 章 自然语言处理的那些事——神经网络语言模型的前世今生 203

- 9.1 为什么自然语言处理是人工智能领域的一颗明珠 203
- 9.2 机器是如何理解自然语言的 203
- 9.3 暴力穷举的语言模型——用尽全宇宙的原子也无法存储的信息量 204
- 9.4 基于统计的语言模型——“床前明菠萝”？ 205
- 9.5 前馈神经网络（FNN）——从最基础的讲起 207
 - 9.5.1 前馈神经网络基本概念 207
 - 9.5.2 怎样训练前馈神经网络 216
 - 9.5.3 GPT的参数个数——1750亿个 219
 - 9.5.4 神经网络怎么看懂人话——每层都有自己的任务 221
 - 9.5.5 基于计数的词向量生成——越过山丘，才发现无人等候 222
 - 9.5.6 基于推理实现词向量生成——欲利其器，先明其理 225
 - 9.5.7 词与词之间的奇妙关系 230
 - 9.5.8 词的意义取决于上下文 233
- 9.6 循环神经网络模型（RNN）——不忘过往，面向未来 234
- 9.7 长短期记忆神经网络（LSTM）——成熟就是学会遗忘 237
 - 9.7.1 “长依赖”问题——太长的句子谁都记不住啊 237
 - 9.7.2 LSTM的门控机制——脑海中的橡皮擦 238
- 9.8 双向 RNN——像诺兰一样思考 244
- 9.9 Seq2Seq——现实世界在模型中的体现 244
- 9.10 RNN 实战——模仿莎士比亚写作 248
 - 9.10.1 准备数据集&安装必需的库 249
 - 9.10.2 下载代码并运行 249
 - 9.10.3 神经网络的训练 249
 - 9.10.4 训练完毕，生成文本 250
 - 9.10.5 代码简析 250

第 10 章 Transformer 架构解密——AIGC 的核心技术 255

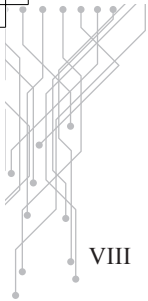
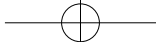
- 10.1 注意力机制——一个字一个字地复述 255
- 10.2 从架构上再次解析 Transformer——变形的秘密 258
 - 10.2.1 编码器（Encoder）——用庖丁解牛的方式解读文字 260



10.2.2	解码器 (Decoder) ——充满智慧的讲述者	263
10.2.3	嵌入层 & 位置编码——从自然语言到机器向量	265
10.2.4	输出层——从机器向量回到自然语言	266
10.3	Transformer 的训练过程	268
10.4	Transformer 的推理过程	269
10.5	让大模型懂你——利用大模型推理能力解决自己的问题	270
10.5.1	RAG基本原理——一个专业的“知识外挂”	271
10.5.2	LangChain简介	273
10.6	大模型用法实战——RAG+LangChain 实现客服机器人	274
10.6.1	准备数据集 & 安装必需的库	274
10.6.2	免费拿到试用密钥	274
10.6.3	下载代码并运行	276
10.6.4	代码简析	277
第 11 章	Sora 原理解密——物理世界的模拟器？	279
11.1	Sora 凭什么吓了世界一跳？	279
11.2	Sora 的实现原理——Transformer+Diffusion	280
11.2.1	图片连播就是视频——《大闹天宫》的原理	280
11.2.2	视频内容的整体训练——短视频的生成	281
11.2.3	基于Patches训练长视频——Sora的训练过程	281
11.2.4	根据指令生成视频——Sora的推理过程	287
11.3	Sora 真的模拟了这个物理世界吗？	288

第 4 篇 对人工智能的冷静思考

第 12 章	人工智能的江湖八卦——在关键转折点的选择	291
12.1	论 Transformer 的发家史——无心插柳柳成荫	291
12.2	BERT vs GPT——Transformer 两大发展方向	291
12.3	为什么 ChatGPT 可以技惊四座	292
12.4	LLaMA——大羊驼的传奇	294
第 13 章	人工智能是否能产生意识——人与机器的分界线	297
13.1	一道经典的人工智能测试题	297
13.2	对人工智能的官方测评——155 页的变态测试报告	298
13.3	对人工智能的民间测评——有本事就参加高考	299
13.4	机器是如何“思考”的？	299
13.5	奇点，涌现	301



13.6 什么是意识？ 302

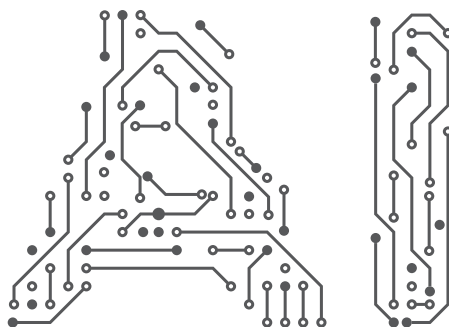
VIII 第 14 章 谁是洗牌人，谁是被洗的牌？ 303

14.1 “人工智能 +” 303
14.2 AI 正在颠覆世界，是生存危机，还是泼天富贵？ 305
14.3 时代的一粒灰，落在每个人的肩头就是一座大山 306
14.4 从恐惧到了解，从了解到掌握 307
14.5 人类智慧与人工智能 308

参考文献 309

第 1 篇

每个人都能懂的人工智能



人工智能，作为一股科技洪流，正席卷全球，令许多人感到茫然和无所适从。然而，人工智能并非由神仙赐予世人，也非外星文明带来的神秘力量，而是科学家们经过多年不懈的探索、尝试和修正而产生的智慧结晶。它是我们人类科学从基础到复杂、从简单到高级的逐步演进的见证。科学家们在这条道路上，不断地探索新方法，尝试不同思路，历经无数次的试错，最终凝结成一个个精确的公式，构建出一个个复杂的模型，为世人呈现出一幅幅令人惊叹的智能图景。

我们期望在大家领略人工智能魅力的同时，能够消除对这项技术的神秘感，让大家明白，许多令人叹为观止的成就其实都源于一些朴素而深刻的思考。因此，接下来，我们将从最基础的知识讲起，使每个人都能理解人工智能的基本原理。

第 1 章

人工智能很简单——从初中数学到专家系统

近期，有一则人工智能相关的新闻让人深感震撼，OpenAI 的 CEO 山姆·奥特曼竟豪迈地宣称，公司计划筹集高达 7 万亿美元的巨资以建设人工智能芯片工厂，与业界巨头 NVIDIA 展开一场激烈的竞争。

7 万亿美元！这是一个怎样的概念？如果将这笔巨额资金换算成黄金，那么它能够买下 9 万多吨黄金，这就像打开了一座堆满黄金的宝库，如图 1-1 所示。



图 1-1 价值 7 万亿美国的黄金，占世界黄金开采量的近一半

如果把这些黄金铸造成一个立方体，那么它将是一个边长为 17 米的巨大金块。要知道，迄今为止，全球黄金的开采总量也不过才 20 万吨。换句话说，建设一家生产人工智能芯片的工厂，竟然要耗费世界上将近一半的黄金。

我们暂且不论这个计划是否能够真正推行，但这个新闻至少说明了 AI 产业是一个“吸金”能力极强的领域，并且日益成为全球关注的焦点。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，AI 技术已经渗透到我们生活的方方面面——从智能家居到自动驾驶，从医疗诊断到金融风控，无处不在的 AI 正在改变着我们的世界。

面对这场深刻的变革，我们需要尽快理解并掌握 AI 的核心技术，将其与我们的工作和生活相结合，找到未来的发展方向。现在，让我们一同翻开这本书，深入探索 AI 的奥秘，了解它的原理、应用和未来趋势。

那么，面对浩如烟海的人工智能技术，我们从哪里开始学习呢？

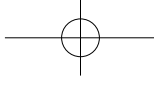
艾伦·图灵（“人工智能之父”）说过：“解决复杂问题的最佳方法是通过简单性思考。”其实我们只要理解了人工智能的基本思想，就能轻松掌握各种炫目的人工智能产品背后的奥秘。比如人脸识别、ChatGPT、Stable Diffusion、Sora 等，它们的实现都是基于一些基本的原理。所谓万变不离其宗，就像《射雕英雄传》里的郭靖在大漠里经过马钰的指点，练了全真教的心法之后，再练其他高深的武功就有了很好的基础，做到事半功倍了。

1.1 用初中数学知识来理解人工智能

让我们首先思考一下为什么我们需要人工智能。我们可能希望它可以帮我们写作文、绘制图画，甚至帮我们追求心仪的女神。此外，许多人也希望人工智能可以帮我们进行预测，就像古代的周文王一样具有预知未来的能力，我们希望借助它可以预测天气、房价或者股市。

OK，我们以预测房价为例，开始认识人工智能背后的技术原理。

要让机器拥有智能，首先得教会它学习人类的知识，也就是经常提到的“机器学习”。那么，如何向机器传授这些知识呢？或者说，机器是怎么去学习的呢？下面回忆一下简单的函数。



我们在初中二年级的数学课堂中曾学习过简单的线性函数方程式，如 $y = 2x + 1$ 等，它的图像如图 1-2 所示。这个方程式揭示了 y 与 x 之间的直接关联，其中 2 和 1 是这一方程式的关键参数，分别是斜率和截距。这个方程式的图像就是一条直线，想象一下，如果我们微调这些参数，那么这条直线的斜率或截距就会随之改变，从而呈现出不同的线性关系。

如今，当谈及机器学习时，其实质就是训练机器如何根据不同情境进行自我调整。这与我们根据题目要求调整方程式的参数，以获得预期结果的过程是非常类似的。在机器学习中，模型其实就是更复杂的参数方程式。它通过大量的数据学习来确定方程中的各个参数，从而建立起数据之间的关系模型。

这就好比让机器通过大量的例子学习，逐渐调整自己的认知模式，最终形成对数据的理解和应用的能力。这种方式让机器能够像我们人类一样，通过学习不断提升自己的智能水平。

好，按照这个思路，当谈论机器学习模型时，可以把它想象成是一个方程式，就像预测房价的例子一样。

$$\text{房价} = a \times \text{房屋面积} + b \times \text{房屋楼层} + c \times \text{房屋年限}$$

在这个方程式中， a 、 b 、 c 就是模型要学习的参数。机器通过分析大量的房屋数据，确定这些参数，从而建立了房价和房屋特征之间的关系模型。

当然，在实际应用中，模型也许会更加复杂，可能包含数百甚至上千个参数。每个参数都会对房价产生意想不到的影响，因此房价曲线可能会是曲曲折折的，类似图 1-3 所示。

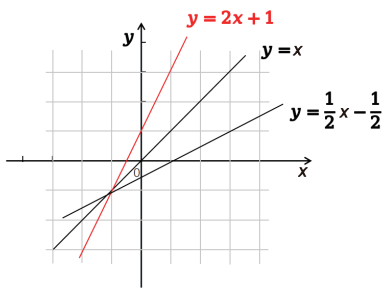


图 1-2 初中学到的函数就是人工智能的技术基础



图 1-3 预测房价要考虑多个参数的影响

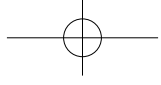
无论影响房价的参数有多少，我们研究问题的基本方法是相同的——通过统计学习找到最合适的参数，建立起数据之间的关系模型。

这样，机器就能够通过学习大量的数据，逐渐调整自己的认知模式，形成对数据的理解和应用的能力。例如想预测未来的房价，这个模型可以通过学习市场上大量的历史房价数据，了解不同的因素对房价的影响。然后，它可以应用这些知识，根据新的输入数据，用最简单的方式来预测未来房价，这在数学上叫作“线性回归预测”。

由此可见，理解机器学习的关键，就是回到初中二年级学过的简单线性方程式。机器学习只不过是简单方程拓展到更高维度、加入更多的参数而已。这就是人工智能背后的基础数学原理。

1.2 人工智能四大基础心法

在各种科幻电影里，人工智能总让人想到《终结者》里的 T-800、《黑客帝国》中的 Matrix 或者《钢铁侠》里的贾维斯。它们看起来既高大上又神秘。那么，他们背后的原理也能用我们理解的数学知识来解释吗？



当然可以！人工智能的本质就是一个基于数据处理、帮助我们理解世界的工具！听起来很简单是吧？在刚才预测房价的例子中，我们运用了最基本的线性回归预测方法，这实际上是对历史数据先进行统计，进而再完成预测。但这只能算是人工智能的入门级技巧，如果要真正步入人工智能的殿堂，我们需要掌握哪些关键技能呢？答案是：现代数学的4个基础科目——统计学、概率论、微积分和线性代数，如图1-4所示。

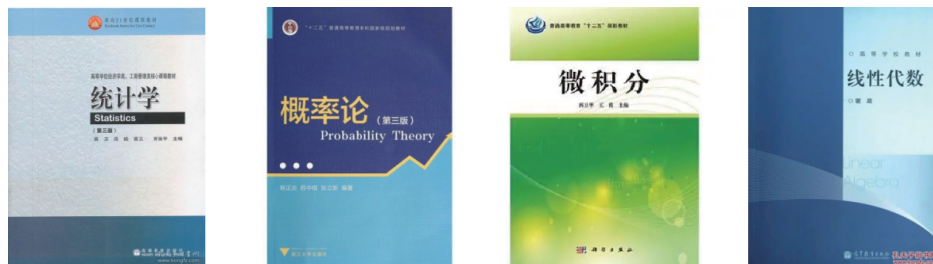


图 1-4 人工智能四大基础科目

这4门学科是人工智能的理论基石，让我们来一探究竟。

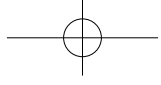
- **统计学**：主要教会我们如何从海量的数据中挖掘出隐藏的规律。它提供了诸如平均数、中位数、标准差等实用工具，以及假设检验和回归分析等高级方法，帮助我们更好地理解数据背后的故事。
- **概率论**：研究的是随机性事件出现的可能性，也就是在各种干扰因素的影响下，最有可能发生什么事情。这个和我们的日常生活经验非常吻合，比如天气预报总有不准的时候；去车站赶火车，可能会碰到堵车。一句话，学会概率论，就可以计算出不同答案出现的可能性，从而找出最有可能出现的答案。
- **微积分**：是一门研究变化率和累积量的科学。它可以精确地计算圆的面积，也可以无限逼近一个复杂的模型，例如研究房价趋势的时候，当房价变化不是一条简单的一次函数直线，而是复杂的曲线甚至是曲面的时候，就可以通过微积分精确地进行计算，从而给出最靠谱的预测。
- **线性代数**：提供了处理向量和矩阵计算等工具。向量和矩阵在人工智能中非常重要，机器借助于向量来理解我们这个世界，使用矩阵计算向量间的距离。可以说，向量化的思想加上矩阵运算能力，就等于机器智能。

这4门基础科目构成了研究人工智能的数学基础，为后续的高级技巧的实现打下坚实的基础。如果你是专业人员，那么还需要深入研究和掌握“全信息理论”“辩证逻辑”“因素空间理论”“思维科学/认知科学”等。但是，对于初涉人工智能领域的探索者来说，缺乏相关的数学理论也不会影响对人工智能的理解。在本书中，当涉及相关知识时，都会有通俗易懂的说明，以帮助我们更好地理解人工智能的整体概念。

说到底，人工智能虽然长得高大上，但其实可以把它看作一种数据分析和统计的高级工具，所以不要被它神秘的外表吓倒。我们只要掌握了基本的数学知识，就可以开启理解人工智能的第一步了。

1.3 追求女神这件事，技术宅男搞不定

前文提及，人工智能的核心本质就是一个基于数据处理、帮助人们理解世界的工具，那么它是如何逐步获得类似人类思维的能力，并实现各种强大功能的呢？对于早期的人工智能，



答案很简单，就是“计算机编程+数学算法”。但是对于发展到现在的高级智能，就不能简单地用算法求解了，而需要涉及更加复杂的信息处理和转换。

好吧，我们就先说说早期的人工智能。这里一提到“计算机编程”和“数学算法”，我们大多数普通人恐怕就要被劝退了。为了让不懂编程的小白也能真正理解人工智能，我们来看一个简单的示例。

比如，我们有个追求女神的技术宅男小明，见图1-5。他想根据女神的问题来即时回答，赢得女神的好感，从而达到自己不可告人的羞涩目的。应该怎么做呢？小明说这个简单，只需通过逻辑判断来实现。

If 女神：最近我压力好大啊，经常睡不好觉。

Then 小明：睡不好觉的话，可以喝点热牛奶，能帮助睡眠质量提高37%。

If 女神：也不是全靠喝牛奶就可以的吧，主要是最近遇到一些烦心事……

Then 小明：多思考正面内容，可以减轻烦恼情绪达21%。我可以推荐一些正能量微信公众号给你。

If 女神：我今天不太舒服。

Then 小明：多喝热水。

If 女神：我好累呀。

Then 小明：多喝热水。

If 女神：我简直无语了。

Then 小明：多喝热水。

Else 退出程序

然后，基本上小明就退出女神的朋友圈了，见图1-6。

由此可见，这种 If-Then 的代码其实没多深奥，只要懂一点基本编程语法，再加上点正常人的逻辑，就可以写出来了。实际上，现在世界上运行的绝大部分程序都是按照这个套路来写的。就是说，如果发生什么情况，就作相应的处理。然而，这样的代码有个很大的问题，就是程序里的逻辑是固化的。这也就意味着，程序所表现出的智能就是写代码的人当时的思考能力。比如我们刚才的追女神程序，一旦写死了，就无法灵活地应对多变的实际情况了。假如女神直接说：“嗯，要不我们在一起吧”，程序还会回复“多喝热水”，这关系就结束了。为了避免这种“备胎”的下场，我们必须改进一下程序结构。

怎么改进呢？具体可以通过如下方法：让程序具备自学习能力，不断从新的经验中优化升级；增加语境感知模块，能主动感知对话走向；连接外部知识图谱，获得更丰富的信息等方法。其实就是想办法让机器变成大聪明，变得嘴甜一些，女神都是感性动物，喜欢能说的！



图 1-5 愈挫愈勇的宅男小明

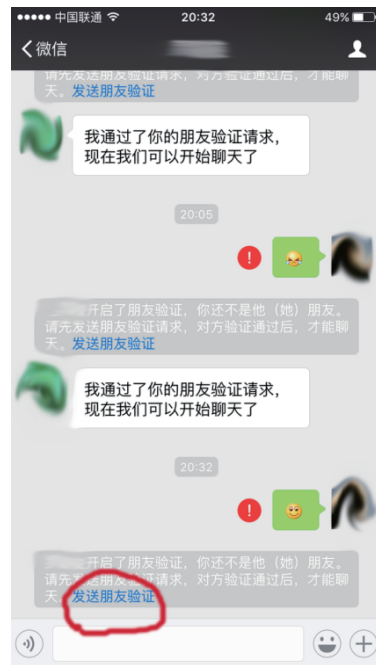


图 1-6 只会写固定程序的话，被退圈只是个时间问题

1.4 同样是尬聊，带点智慧结果就不一样了

原先让程序直接包含聊天逻辑和内容，这确实有问题——一旦写死，回应就不能改变了。为了应对不同的问题，应该有更灵活的回答。我们可以把聊天内容单独存成数据，放在数据库的表格里，问题放在一列，答案放在一列。然后程序只需要根据不同的问题，从数据库中查询相应的聊天内容即可。比如数据库有一张表，第一列是“问题”，第二列是“答案”。程序只需要判断用户问了什么问题，然后从表里找到对应的答案，这样就可以回复用户了。如果要增加新的知识，则只需在数据库表里添上一组问答，就不需要改程序了，见表 1-1。

表 1-1 追女仔基本语言技能示例

问 题	答 案
你喜欢狗还是猫	我喜欢狗，因为它们忠诚可爱。不过，如果你喜欢猫，我也会喜欢的
你有过几个女朋友	你是最后一个
我和你妈掉到水里，先救谁	我妈是游泳冠军，她会救你，我帮你人工呼吸
做梦吧你	连我做梦你也知道，看来我俩真是心有灵犀一点通
你欺负我	那我就让你咬我一口，作为补偿吧
晕	没事，哥张开怀抱托住你
我都无语了	此时无声胜有声，让我俩的心靠得更近吧

若上述这几个问题太少，则我们还可以扩展。数据库里还可以包含多张类似这样的表，每张表存储不同类型的信息，而这些表之间可以建立关联关系，这样的设计使得查询变得非常方便。使用数据库，可以让程序更加灵活，也更容易进行扩展。只要将知识以数据的形式存储，程序就可以随时访问，从而大大提高了智能对话的能力。这种将逻辑与知识分离的设计思路，为构建后续各种智能系统提供了有力的参考。我们可以从中获得灵感，设计出更具学习能力的程序。

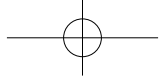
在 20 世纪，人工智能专家也是这样想的。他们设想通过构建一个包含大量知识的数据库，将各种情况都考虑进去，然后利用这个大知识库来实现我们的思路。

1.5 专家系统——追女仔，我们是专业的

有时候我们不只是要回答“有空吗”，女神可能还会问许多情感、美容、减肥等方面的问题。如果程序随意应付，很可能会出糗。这时候，我们可以创建一个“女生问题知识库”，里面收集了各种高质量的标准答案，把所有可能的女生问题以及贴心的答案整理得井井有条。然后程序可以根据问题查询这个知识库，找到标准答案并予以回答。这些问题和答案可以是多种多样的，类似于图 1-7 所示。

情感类	美容类	减肥类
问题 答案	问题 答案	问题 答案
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
购物类	维修家电类	美食类
问题 答案	问题 答案	问题 答案
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...
...	...	...

图 1-7 女生问题知识库



有了这样的存储架构，结合大量的专业知识，程序的回答质量将会得到显著提升，也更能展现对女神的细致关怀。这就是我们所说的专家系统。

专家系统的理念就是将最具有专业知识的专家头脑系统化，使得程序能够直接用来解决问题。例如在追求女神的过程中，一个专业知识库可以成为我们最强有力的支持！

好吧，追求女神的事情先暂时放一放，其实专家系统在许多领域都有着广泛的应用。比如医学领域，可以帮助医生诊断疾病；在法律领域，可以辅助律师寻找相关案例和法律条文；在工程领域，可以协助工程师解决复杂的设计问题……看来无论是追求女神，还是解决复杂的实际问题，专家系统都是一把利器。

遥望 1997 年，发生了一件震惊世界的大事，IBM 公司有一个叫“深蓝”的机器，战胜了当时的国际象棋大师卡斯帕罗夫，见图 1-8。



图 1-8 “深蓝”打败卡斯帕罗夫，人工智能第一次战胜人类冠军

“深蓝”之所以能够战胜人类国际象棋大师，是由于它具备一个庞大的专家知识库。它将大量的棋谱知识存储在内部，这些棋谱知识已经被转化成对每一种棋局进行评估的评估函数，也就是能够评估在某一种情况下，动哪个棋子对整体局势有好的影响还是坏的影响。

换句话说，在对弈的时候，“深蓝”依靠其强大的计算能力，能够针对每一步棋，把之后的所有可能性都找出来进行比较，然后根据当前棋局下的评估函数对每一步棋进行评估，计算得出分数最高的一步棋。说白了，就是暴力穷举法，通过穷举所有分支，再加上对各种分支的评估函数，计算出最佳路线。其实我们人类下棋也是一样的思路，能提前看出五六步的人就是象棋高手了。而“深蓝”的硬件优势非常明显，它可以对每个分支计算更多的步数，找到人类可能忽略的最强棋路。

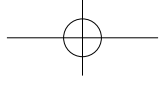
当然，需要说明的是，“深蓝”并不完全依靠暴力穷举法，它还结合了许多高级的搜索、评估和优化技术，才能够成为一个强大的棋力对手。

在“深蓝”中，最关键的是那个专家知识库，里面存储着大量的评估函数，这些评估函数其实就是一堆类似下面这样的规则。

- (1) “在西班牙开局中，白方通常会有更好的控制权。”
- (2) “控制第七行，使对方的兵难以前进。”

机器以这些规则为基础，推导出更多、更详细的规则，这样，整个知识库的规则就会很长，很复杂，形成一个长长的推理链条，最后得出结论。再比如，用于法律上的专家系统，就是根据一条条的法规形成一个知识库，对于每一个案件，将案件的要素自动地与法规知识库对比，然后进行推理而形成判案文档。

专家系统知识库需要人工专家编写输入，这个工作量还是挺大的。特别是在一些比较复



杂的领域，需要很多规则，知识库的人工录入是一项极其烦琐的工作。还有，如果仅仅依靠穷举分析所有的可能性，在一定程度上可实现智能。但当问题空间极其庞大时，这种方法就力不从心了，例如围棋，如图 1-9 所示。

围棋棋盘线条交叉点达 361 个，每一个点都可以落子，这就是 361 种起手可能。每落一子，就会产生更多下一子的新可能。这种排列组合的数量会呈指数级增长。棋局过程中需要考虑各种开局、布局、打劫、生死等情况，这又给下法增加了数倍的复杂度。不同的棋手风格也会导致不同的下法选择。布局和顺序的微小变化，都会形成新的下法。根据统计估算，19 路棋盘上的总下法数量级可达 10^{170} 种之多，这个数量级的运算以目前人类的算力水平，大约需要运算 2.89 的 156 次方年，要是算出具体数字就是：

794 444 330 406 865 573 002 665 538 081 709 261 656 923 394 830 324 730 443 068 092 291 481 600 年

类似的例子还有很多，比如正在走进千家万户的自动驾驶技术，也对计算的实时性要求非常高，如图 1-10 所示。

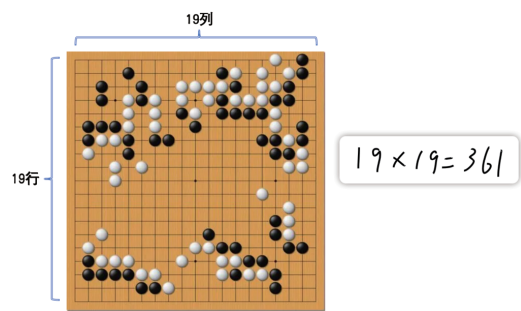


图 1-9 围棋的可能性太多，无法穷举



图 1-10 自动驾驶要求快速反应，也不能依靠穷举法

一辆车行驶在马路上，道路情况千变万化，无法穷尽。哪怕能穷举所有可能性，计算的时间成本也太高。当遇到变化时，在电光石火的瞬间也无法即时计算出最优解，不能保证行车的安全。所以自动驾驶不能简单依靠预先定义的知识库和规则。它需要在复杂、动态的环境中作出正确的判断和应对。这需要机器能模拟人的眼睛和耳朵，并且像人类一样能迅速分析、果断决策，在速度和精确度上都需要达到人脑的水平。这需要强大的模型构建和模拟能力，不能停留在暴力穷举层面。

但是靠人力输入所有的规则，并且蛮力搜索、全面穷举，不仅会把人累死，机器也会累得风扇狂转、气喘吁吁。我们需要让机器模拟人类的思维方式，像人类一样主动去学习，然后通过经验判断局势，而不是简单地列举所有的可能性。这需要在评估函数、搜索算法等方面下大功夫，才能在复杂的场景中实现真正的智能。