

TURING

图灵程序设计丛书

MANNING

全彩印刷

Deep Learning with Python

# Python 深度学习

[美] 弗朗索瓦·肖莱 著  
张亮 译

Keras之父、Google人工智能研究员  
François Chollet执笔，深度学习领域力作

通俗易懂，帮助读者建立关于机器学习和深度学习核心思想的直觉



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

TURING 图灵程序设计丛书

Deep Learning with Python

# Python深度学习

[美] 弗朗索瓦·肖莱 著  
张亮 译

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

Python深度学习 / (美) 弗朗索瓦·肖莱著 ; 张亮译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2018.8 (2018.10重印)  
(图灵程序设计丛书)  
ISBN 978-7-115-48876-3

I. ①P… II. ①弗… ②张… III. ①软件工具—程序设计 IV. ①TP311.561

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第155440号

## 内 容 提 要

本书由 Keras 之父、现任 Google 人工智能研究员的弗朗索瓦·肖莱 (François Chollet) 执笔, 详尽介绍了用 Python 和 Keras 进行深度学习的探索实践, 涉及计算机视觉、自然语言处理、生成式模型等应用。书中包含 30 多个代码示例, 步骤讲解详细透彻。由于本书立足于人工智能的可达性和大众化, 读者无须具备机器学习相关背景知识即可展开阅读。在学习完本书后, 读者将具备搭建自己的深度学习环境、建立图像识别模型、生成图像和文字等能力。

本书适合从事大数据及机器学习领域工作, 并对深度学习感兴趣的各类读者。

- 
- ◆ 著 [美] 弗朗索瓦·肖莱
  - 译 张 亮
  - 责任编辑 温 雪
  - 责任印制 周昇亮
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
  - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
  - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
  - 河北画中国画印刷科技有限公司印刷
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16
  - 印张: 19.25
  - 字数: 455千字 2018年8月第1版
  - 印数: 5 001-7 000册 2018年10月河北第2次印刷
  - 著作权合同登记号 图字: 01-2018-2896号

---

定价: 119.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

# 版权声明

Original English language edition, entitled *Deep Learning with Python* by François Chollet, published by Manning Publications. 178 South Hill Drive, Westampton, NJ 08060 USA. Copyright © 2018 by Manning Publications.

Simplified Chinese-language edition copyright © 2018 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由Manning Publications授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

# 前 言

你拿起这本书的时候，可能已经知道深度学习近年来在人工智能领域所取得的非凡进展。在图像识别和语音转录的任务上，五年前的模型还几乎无法使用，如今的模型的表现已经超越了人类。

这种突飞猛进的影响几乎蔓延到所有行业。但是，想要将深度学习技术部署到它能解决的所有问题上，就需要让尽可能多的人接触这门技术，其中包括非专家，即既不是研究人员也不是研究生的那些人。想要让深度学习充分发挥其全部潜能，就需要彻底推广给大众。

2015年3月，我发布了 Keras 深度学习框架的第一版，当时还没有想过人工智能的大众化。我在机器学习领域已经做了多年的研究，创造 Keras 是为了帮我自己做实验。但在 2015—2016 年，数万名新人进入了深度学习领域，其中很多人都选择了 Keras，因为它是最容易上手的框架（现在仍然是）。看到大量新人以意想不到的强大方式使用 Keras，我开始密切关注人工智能的可达性和大众化。我意识到，这些技术传播得越广，就会变得越有用、越有价值。可达性很快成为 Keras 开发过程中的一个明确目标，在短短几年内，Keras 开发者社区已经在这方面取得了了不起的成就。我们让数万人掌握了深度学习，他们反过来用这些技术来解决那些重要的问题，而我们是最近才知道这些问题的。

你手里拿的这本书，也是为了让尽可能多的人能够使用深度学习而写的。Keras 一直需要一个配套教程，同时涵盖深度学习的基础知识、Keras 使用模式以及深度学习的最佳实践。本书是我尽最大努力制作的这么一本教程。本书的重点是用尽可能容易理解的方式来介绍深度学习背后的概念及其实现。我这么做没有贬低任何事情的意思，我坚信深度学习中没有难以理解的东西。希望本书对你有帮助，能够帮助构建智能应用程序并解决那些对你很重要的问题。

# 致 谢

我要感谢 Keras 社区让本书得以成书。Keras 的开源贡献者已经增长到上千人，用户人数也超过 20 万。是你们的贡献和反馈让 Keras 终有所成。

我还要感谢 Google 对 Keras 项目的支持。很高兴看到 Keras 被采纳为 TensorFlow 的高级 API。Keras 和 TensorFlow 之间的顺利集成，对 TensorFlow 用户和 Keras 用户都有很大好处，也让大多数人更容易使用深度学习。

我要感谢 Manning 出版社的工作人员，他们让本书得以出版。感谢出版人 Marjan Bace 以及编辑和制作团队的所有人，包括 Christina Taylor、Janet Vail、Tiffany Taylor、Katie Tennant、Dottie Marsico 及幕后工作的其他人。

非常感谢 Aleksandar Dragosavljević 领导的技术审稿团队，他们是 Diego Acuña Rozas、Geoff Barto、David Blumenthal-Barby、Abel Brown、Clark Dorman、Clark Gaylord、Thomas Heiman、Wilson Mar、Sumit Pal、Vladimir Pasman、Gustavo Patino、Peter Rabinovitch、Alvin Raj、Claudio Rodriguez、Srdjan Santic、Richard Tobias、Martin Verzilli、William E. Wheeler 和 Daniel Williams。我还要感谢论坛贡献者。他们的贡献包括发现技术错误、术语错误和错别字，还包括给出主题建议。每一次审查过程和论坛主题中的每一条反馈，都为本书的成稿做出了贡献。

在技术方面，我要特别感谢本书的技术编辑 Jerry Gaines 与技术校对 Alex Ott 和 Richard Tobias。作为技术编辑，他们是最棒的。

最后，我要感谢我的妻子 Maria，她在我开发 Keras 以及写作本书的过程中都给予了极大的支持。

# 关于本书

本书是为那些想要从零开始探索深度学习的人或想要拓展对深度学习的理解的人而写的。无论是在职的机器学习工程师、软件开发者还是大学生，都会在本书中找到有价值的内容。

本书是对深度学习的实践探索，避免使用数学符号，尽量用代码片段来解释定量概念，帮你建立关于机器学习和深度学习核心思想的直觉。

书中包含 30 多个代码示例，有详细的注释、实用的建议和简单的解释。知道这些你就可以开始用深度学习来解决具体问题了。

全书代码示例都使用 Python 深度学习框架 Keras，并用 TensorFlow 作为后端引擎。Keras 是最受欢迎且发展最快的深度学习框架之一，被广泛推荐为上手深度学习的最佳工具。

读完本书后，你将会充分理解什么是深度学习、什么时候该用深度学习，以及它的局限性。你将学到解决机器学习问题的标准工作流程，还会知道如何解决常见问题。你将能够使用 Keras 来解决从计算机视觉到自然语言处理等许多现实世界的问题，包括图像识别、时间序列预测、情感分析、图像和文字生成等。

## 谁应该阅读这本书

本书的目标读者是那些具有 Python 编程经验，并且想要开始上手机器学习和深度学习的人。但本书对以下这些读者也都很有价值。

- ❑ 如果你是熟悉机器学习的数据科学家，你将通过本书全面掌握深度学习及其实践。深度学习是机器学习中发展最快、最重要的子领域。
- ❑ 如果你是想要上手 Keras 框架的深度学习专家，你会发现本书是市面上最棒的 Keras 速成教程。
- ❑ 如果你是研究深度学习的研究生，你会发现本书是对你所受教育的实践补充，有助于你培养关于深度神经网络的直觉，还可以让你熟悉重要的最佳实践。

有技术背景的人，即使不经常编程，也会发现本书介绍的深度学习基本概念和高级概念非常有用。

使用 Keras 需要具有一定的 Python 编程水平。另外，熟悉 Numpy 库也会有所帮助，但并不是必需的。你不需要具有机器学习或深度学习方面的经验，本书包含从头学习所需的必要基础知识。你也不需要具有高等数学背景，掌握高中水平的数学知识应该足以看懂本书内容。

## 学习路线图

本书分为两部分。如果你之前没有关于机器学习的经验，我强烈建议你先读完第一部分，然后再阅读第二部分。我们会从简单示例讲起，然后再依次介绍越来越先进的技术。

第一部分是关于深度学习的介绍，给出了一些背景和定义，还解释了上手机器学习和神经网络需要掌握的所有概念。

- 第 1 章介绍人工智能、机器学习和深度学习的重要背景知识。
- 第 2 章介绍从事深度学习必须了解的基本概念：张量、张量运算、梯度下降和反向传播。这一章还给出了本书第一个可用的神经网络示例。
- 第 3 章包括上手神经网络所需要了解的全部内容：Keras 简介，它是我们的首选深度学习框架；建立自己的工作站的指南；三个基本代码示例以及详细解释。读完这一章，你将能够训练简单的神经网络来处理分类任务和回归任务，你还将充分了解训练过程背后发生的事情。
- 第 4 章介绍标准的机器学习工作流程。你还会了解常见的陷阱及其解决方案。

第二部分将深入介绍深度学习在计算机视觉和自然语言处理中的实际应用。这一部分给出了许多示例，对于在现实世界的实践中遇到的深度学习问题，你可以用这些示例作为解决问题的模板。

- 第 5 章介绍了一系列实用的计算机视觉示例，重点放在图像分类。
- 第 6 章介绍了处理序列数据（比如文本和时间序列）的实用技术。
- 第 7 章介绍了构建最先进深度学习模型的高级技术。
- 第 8 章介绍了生成式模型，即能够创造图像和文本的深度学习模型，它有时会产生令人惊讶的艺术效果。
- 第 9 章将帮你巩固在本书学到的知识，还会探讨深度学习的局限性及其未来的可能性。

## 软件 / 硬件需求

本书所有代码示例都使用 Keras 深度学习框架，它是开源的，可以免费下载。你需要一台安装了 UNIX 的计算机，也可以使用 Windows，但我不推荐后者。附录 A 将引导你完成整个安装过程。

我还推荐你在计算机上安装最新的 NVIDIA GPU，比如一块 TITAN X。这不是必需的，但它会让你运行代码示例的速度快上几倍，让你有更好的体验。3.3 节给出了建立深度学习工作站的更多信息。

如果你没有已安装最新 NVIDIA GPU 的本地工作站，那么可以使用云环境，特别推荐谷歌云实例（比如带有 NVIDIA Tesla K80 扩展的 n1-standard-8 实例）或亚马逊网络服务（AWS）的 GPU 实例（比如 p2.xlarge 实例）。附录 B 详细介绍了一套通过 Jupyter 笔记本运行 AWS 实例的云工作流程，你可以通过浏览器访问。



## 源代码

本书所有代码示例都可以从配套网站（<https://www.manning.com/books/deep-learning-with-python>）和 GitHub 网站（<https://github.com/fchollet/deep-learning-with-python-notebooks>）上以 Jupyter 笔记本的形式下载。

## 本书论坛

购买本书英文版<sup>①</sup>的读者还可以免费访问由 Manning 出版社运营的私有网络论坛，你可以在那里就本书发表评论、询问技术问题，获得来自作者和其他用户的帮助。论坛地址为 <https://forums.manning.com/forums/deep-learning-with-python>。你还可以访问 <https://forums.manning.com/forums/about> 了解关于 Manning 论坛和行为规则的更多信息。

Manning 承诺为读者提供一个平台，让读者之间、读者和作者之间可以进行有意义的对话。但这并不保证作者的参与程度，因其对论坛的贡献完全是自愿的（而且无报酬）。我们建议你试着问作者一些有挑战性的问题，这样他才会感兴趣！只要本书仍在销售中，你就可以在 Manning 网站上访问论坛和存档的讨论记录。

## 电子书

扫描如下二维码，即可购买本书电子版。



<sup>①</sup> 中文版读者可登录图灵社区本书页面提交评论和勘误，并下载源代码：<http://www.it-ebooks.com.cn/book/2599>。

## 关于封面

本书封面插画的标题为“1568年一位波斯女士的服饰”(Habit of a Persian Lady in 1568)。该图选自 Thomas Jefferys 的《各国古代和现代服饰集》(*A Collection of the Dresses of Different Nations, Ancient and Modern*, 共四卷, 1757—1772年出版于伦敦)。该书扉页说这些插画都是手工上色的铜版画, 用阿拉伯树胶保护。

Thomas Jefferys (1719—1771) 被称为“乔治三世国王的地理学家”。他是英国的一名地图绘制员, 是当时主要的地图供应商。他为政府和其他官方机构雕刻并印制地图, 还制作了大量商业地图和地图集, 尤其是北美地区的。地图制作人的工作激发了他对所调查和绘制地区的当地服饰民俗的兴趣, 这些都在这套服饰集中有精彩展示。向往遥远的地方、为快乐而旅行, 在18世纪后期还是相对新鲜的现象, 类似于这套服饰集的书非常受欢迎, 它们向旅行者和足不出户的“游客”介绍其他国家的居民。

Jefferys 书中异彩纷呈的插画生动地描绘了约200年前世界各国的独特魅力。从那以后, 着装风格已经发生变化, 各个国家和地区当时非常丰富的着装多样性也逐渐消失。来自不同大陆的人, 现在仅靠衣着已经很难区分开了。也许可以乐观地来看, 我们这是用文化和视觉上的多样性, 换来了更为多样化的个人生活, 或是更为多样化、更有趣的精神生活和技术生活。

曾经, 计算机书籍也很难靠封面来区分, Manning 出版社采用了展示两个世纪前各地丰富多彩生活的图书封面 (Jefferys 的插画让这些生活重新焕发生机), 以此表明计算机行业的创造性与主动性。

# 目 录

## 第一部分 深度学习基础

第 1 章 什么是深度学习	2
1.1 人工智能、机器学习与深度学习	2
1.1.1 人工智能	3
1.1.2 机器学习	3
1.1.3 从数据中学习表示	4
1.1.4 深度学习之“深度”	6
1.1.5 用三张图理解深度学习的工作原理	7
1.1.6 深度学习已经取得的进展	9
1.1.7 不要相信短期炒作	9
1.1.8 人工智能的未来	10
1.2 深度学习之前：机器学习简史	11
1.2.1 概率建模	11
1.2.2 早期神经网络	11
1.2.3 核方法	12
1.2.4 决策树、随机森林与梯度提升机	13
1.2.5 回到神经网络	14
1.2.6 深度学习有何不同	14
1.2.7 机器学习现状	15
1.3 为什么是深度学习，为什么是现在	15
1.3.1 硬件	16
1.3.2 数据	17
1.3.3 算法	17
1.3.4 新的投资热潮	17
1.3.5 深度学习的大众化	18
1.3.6 这种趋势会持续吗	18
第 2 章 神经网络的数学基础	20
2.1 初识神经网络	20
2.2 神经网络的数据表示	23
2.2.1 标量 (0D 张量)	23
2.2.2 向量 (1D 张量)	24
2.2.3 矩阵 (2D 张量)	24
2.2.4 3D 张量与更高维张量	24
2.2.5 关键属性	25
2.2.6 在 Numpy 中操作张量	26
2.2.7 数据批量的概念	27
2.2.8 现实世界中的数据张量	27
2.2.9 向量数据	27
2.2.10 时间序列数据或序列数据	28
2.2.11 图像数据	28
2.2.12 视频数据	29
2.3 神经网络的“齿轮”：张量运算	29
2.3.1 逐元素运算	30
2.3.2 广播	31
2.3.3 张量点积	32
2.3.4 张量变形	34
2.3.5 张量运算的几何解释	34
2.3.6 深度学习的几何解释	35
2.4 神经网络的“引擎”：基于梯度的优化	36
2.4.1 什么是导数	37
2.4.2 张量运算的导数：梯度	38
2.4.3 随机梯度下降	38
2.4.4 链式求导：反向传播算法	41
2.5 回顾第一个例子	41
本章小结	42

第3章 神经网络入门	43
3.1 神经网络剖析	43
3.1.1 层：深度学习的基础组件	44
3.1.2 模型：层构成的网络	45
3.1.3 损失函数与优化器：配置学习过程的关键	45
3.2 Keras 简介	46
3.2.1 Keras、TensorFlow、Theano 和 CNTK	47
3.2.2 使用 Keras 开发：概述	48
3.3 建立深度学习工作站	49
3.3.1 Jupyter 笔记本：运行深度学习实验的首选方法	49
3.3.2 运行 Keras：两种选择	50
3.3.3 在云端运行深度学习任务：优点和缺点	50
3.3.4 深度学习的最佳 GPU	50
3.4 电影评论分类：二分类问题	51
3.4.1 IMDB 数据集	51
3.4.2 准备数据	52
3.4.3 构建网络	52
3.4.4 验证你的方法	56
3.4.5 使用训练好的网络在新数据上生成预测结果	59
3.4.6 进一步的实验	59
3.4.7 小结	59
3.5 新闻分类：多分类问题	59
3.5.1 路透社数据集	60
3.5.2 准备数据	61
3.5.3 构建网络	61
3.5.4 验证你的方法	62
3.5.5 在新数据上生成预测结果	65
3.5.6 处理标签和损失的另一种方法	65
3.5.7 中间层维度足够大的重要性	65
3.5.8 进一步的实验	66
3.5.9 小结	66
3.6 预测房价：回归问题	66
3.6.1 波士顿房价数据集	67
3.6.2 准备数据	67
3.6.3 构建网络	68
3.6.4 利用 K 折验证来验证你的方法	68
3.6.5 小结	72
本章小结	73
第4章 机器学习基础	74
4.1 机器学习的四个分支	74
4.1.1 监督学习	74
4.1.2 无监督学习	75
4.1.3 自监督学习	75
4.1.4 强化学习	75
4.2 评估机器学习模型	76
4.2.1 训练集、验证集和测试集	77
4.2.2 评估模型的注意事项	80
4.3 数据预处理、特征工程和特征学习	80
4.3.1 神经网络的数据预处理	80
4.3.2 特征工程	81
4.4 过拟合与欠拟合	83
4.4.1 减小网络大小	83
4.4.2 添加权重正则化	85
4.4.3 添加 dropout 正则化	87
4.5 机器学习的通用工作流程	89
4.5.1 定义问题，收集数据集	89
4.5.2 选择衡量成功的指标	89
4.5.3 确定评估方法	90
4.5.4 准备数据	90
4.5.5 开发比基准更好的模型	90
4.5.6 扩大模型规模：开发过拟合的模型	91
4.5.7 模型正则化与调节超参数	92
本章小结	92

## 第二部分 深度学习实践

第 5 章 深度学习用于计算机视觉 .....	94	6.2.4 小结 .....	172
5.1 卷积神经网络简介 .....	94	6.3 循环神经网络的高级用法 .....	172
5.1.1 卷积运算 .....	96	6.3.1 温度预测问题 .....	172
5.1.2 最大池化运算 .....	101	6.3.2 准备数据 .....	175
5.2 在小型数据集上从头开始训练一个 卷积神经网络 .....	102	6.3.3 一种基于常识的、非机器学习 的基准方法 .....	177
5.2.1 深度学习与小数据问题的 相关性 .....	103	6.3.4 一种基本的机器学习方法 .....	178
5.2.2 下载数据 .....	103	6.3.5 第一个循环网络基准 .....	180
5.2.3 构建网络 .....	106	6.3.6 使用循环 dropout 来降低过 拟合 .....	181
5.2.4 数据预处理 .....	107	6.3.7 循环层堆叠 .....	182
5.2.5 使用数据增强 .....	111	6.3.8 使用双向 RNN .....	184
5.3 使用预训练的卷积神经网络 .....	115	6.3.9 更多尝试 .....	187
5.3.1 特征提取 .....	116	6.3.10 小结 .....	187
5.3.2 微调模型 .....	124	6.4 用卷积神经网络处理序列 .....	188
5.3.3 小结 .....	130	6.4.1 理解序列数据的一维卷积 .....	188
5.4 卷积神经网络的可视化 .....	130	6.4.2 序列数据的一维池化 .....	189
5.4.1 可视化中间激活 .....	131	6.4.3 实现一维卷积神经网络 .....	189
5.4.2 可视化卷积神经网络的 过滤器 .....	136	6.4.4 结合 CNN 和 RNN 来处理 长序列 .....	191
5.4.3 可视化类激活的热力图 .....	142	6.4.5 小结 .....	195
本章小结 .....	146	本章总结 .....	195
第 6 章 深度学习用于文本和序列 .....	147	第 7 章 高级的深度学习最佳实践 .....	196
6.1 处理文本数据 .....	147	7.1 不用 Sequential 模型的解决方案: Keras 函数式 API .....	196
6.1.1 单词和字符的 one-hot 编码 .....	149	7.1.1 函数式 API 简介 .....	199
6.1.2 使用词嵌入 .....	151	7.1.2 多输入模型 .....	200
6.1.3 整合在一起: 从原始文本到 词嵌入 .....	155	7.1.3 多输出模型 .....	202
6.1.4 小结 .....	162	7.1.4 层组成的有向无环图 .....	204
6.2 理解循环神经网络 .....	162	7.1.5 共享层权重 .....	208
6.2.1 Keras 中的循环层 .....	164	7.1.6 将模型作为层 .....	208
6.2.2 理解 LSTM 层和 GRU 层 .....	168	7.1.7 小结 .....	209
6.2.3 Keras 中一个 LSTM 的具体 例子 .....	170	7.2 使用 Keras 回调函数和 TensorBoard 来检查并监控深度学习模型 .....	210
		7.2.1 训练过程中将回调函数作用于 模型 .....	210

7.2.2	TensorBoard 简介: TensorFlow 的可视化框架	212	8.5.6	如何训练 DCGAN	262
7.2.3	小结	219	8.5.7	小结	264
7.3	让模型性能发挥到极致	219	本章总结		264
7.3.1	高级架构模式	219	第 9 章 总结		265
7.3.2	超参数优化	222	9.1 重点内容回顾		265
7.3.3	模型集成	223	9.1.1 人工智能的各种方法		265
7.3.4	小结	224	9.1.2 深度学习在机器学习领域 中的特殊之处		266
本章总结		225	9.1.3 如何看待深度学习		266
第 8 章 生成式深度学习		226	9.1.4 关键的推动技术		267
8.1 使用 LSTM 生成文本		227	9.1.5 机器学习的通用工作流程		268
8.1.1 生成式循环网络简史		227	9.1.6 关键网络架构		268
8.1.2 如何生成序列数据		228	9.1.7 可能性空间		272
8.1.3 采样策略的重要性		229	9.2 深度学习的局限性		273
8.1.4 实现字符级的 LSTM 文本 生成		230	9.2.1 将机器学习模型拟人化的 风险		273
8.1.5 小结		234	9.2.2 局部泛化与极端泛化		275
8.2 DeepDream		235	9.2.3 小结		276
8.2.1 用 Keras 实现 DeepDream		236	9.3 深度学习的未来		277
8.2.2 小结		241	9.3.1 模型即程序		277
8.3 神经风格迁移		241	9.3.2 超越反向传播和可微层		278
8.3.1 内容损失		242	9.3.3 自动化机器学习		279
8.3.2 风格损失		243	9.3.4 终身学习与模块化子程序复用		279
8.3.3 用 Keras 实现神经风格迁移		243	9.3.5 长期愿景		281
8.3.4 小结		249	9.4 了解一个快速发展领域的最新进展		281
8.4 用变分自编码器生成图像		249	9.4.1 使用 Kaggle 练习解决现实 世界的问题		281
8.4.1 从图像的潜在空间中采样		249	9.4.2 在 arXiv 阅读最新进展		282
8.4.2 图像编辑的概念向量		250	9.4.3 探索 Keras 生态系统		282
8.4.3 变分自编码器		251	9.5 结束语		282
8.4.4 小结		256	附录 A 在 Ubuntu 上安装 Keras 及其 依赖		283
8.5 生成式对抗网络简介		257	附录 B 在 EC2 GPU 实例上运行 Jupyter 笔记本		287
8.5.1 GAN 的简要实现流程		258			
8.5.2 大量技巧		259			
8.5.3 生成器		260			
8.5.4 判别器		261			
8.5.5 对抗网络		261			

# Part 1

## 第一部分

### 深度学习基础

本书第 1~4 章将让你对下列内容有基本的了解：什么是深度学习，它能取得哪些成就，以及它的工作原理是怎样的。你还会熟悉使用深度学习来解决数据问题的标准工作流程。如果对深度学习不是特别了解的话，你应该先读完第一部分，再阅读第二部分中的实际应用。

本章包括以下内容：

- 基本概念的定义
- 机器学习发展的时间线
- 深度学习日益流行的关键因素及其未来潜力

在过去的几年里，人工智能（AI）一直是媒体大肆炒作的热点话题。机器学习、深度学习和人工智能都出现在不计其数的文章中，而这些文章通常都发表于非技术出版物。我们的未来被描绘成拥有智能聊天机器人、自动驾驶汽车和虚拟助手，这一未来有时被渲染成可怕景象，有时则被描绘为乌托邦，人类的工作将十分稀少，大部分经济活动都由机器人或人工智能体（AI agent）来完成。对于未来或当前的机器学习从业者来说，重要的是能够从噪声中识别出信号，从而在过度炒作的新闻稿中发现改变世界的重大进展。我们的未来充满风险，而你可以在其中发挥积极的作用：读完本书后，你将会成为人工智能体的开发者之一。那么我们首先来回答下列问题：到目前为止，深度学习已经取得了哪些进展？深度学习有多重要？接下来我们要做什么？媒体炒作是否可信？

本章将介绍关于人工智能、机器学习以及深度学习的必要背景。

## 1.1 人工智能、机器学习与深度学习

首先，在提到人工智能时，我们需要明确定义所讨论的内容。什么是人工智能、机器学习与深度学习（见图 1-1）？这三者之间有什么关系？

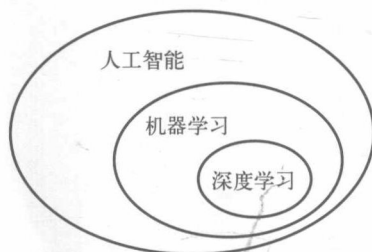


图 1-1 人工智能、机器学习与深度学习



### 1.1.1 人工智能

人工智能诞生于 20 世纪 50 年代，当时计算机科学这一新兴领域的少数先驱开始提出疑问：计算机是否能够“思考”？我们今天仍在探索这一问题的答案。人工智能的简洁定义如下：努力将通常由人类完成的智力任务自动化。因此，人工智能是一个综合性的领域，不仅包括机器学习与深度学习，还包括更多不涉及学习的方法。例如，早期的国际象棋程序仅包含程序员精心编写的硬编码规则，并不属于机器学习。在相当长的时间内，许多专家相信，只要程序员精心编写足够多的明确规则来处理知识，就可以实现与人类水平相当的人工智能。这一方法被称为符号主义人工智能（symbolic AI），从 20 世纪 50 年代到 80 年代末是人工智能的主流范式。在 20 世纪 80 年代的专家系统（expert system）热潮中，这一方法的热度达到了顶峰。

虽然符号主义人工智能适合用来解决定义明确的逻辑问题，比如下国际象棋，但它难以给出明确的规则来解决更加复杂、模糊的问题，比如图像分类、语音识别和语言翻译。于是出现了一种新的方法来替代符号主义人工智能，这就是机器学习（machine learning）。

### 1.1.2 机器学习

在维多利亚时代的英格兰，埃达·洛夫莱斯伯爵夫人是查尔斯·巴贝奇的好友兼合作者，后者发明了分析机（Analytical Engine），即第一台通用的机械式计算机。虽然分析机这一想法富有远见，并且相当超前，但它在 19 世纪三四十年代被设计出来时并没有打算用作通用计算机，因为当时还没有“通用计算”这一概念。它的用途仅仅是利用机械操作将数学分析领域的某些计算自动化，因此得名“分析机”。1843 年，埃达·洛夫莱斯伯爵夫人对这项发明评论道：“分析机谈不上能创造什么东西。它只能完成我们命令它做的任何事情……它的职责是帮助我们去实现我们已知的事情。”

随后，人工智能先驱阿兰·图灵在其 1950 年发表的具有里程碑意义的论文“计算机器和智能”<sup>①</sup>中，引用了上述评论并将其称为“洛夫莱斯伯爵夫人的异议”。图灵在这篇论文中介绍了图灵测试以及日后人工智能所包含的重要概念。在引述埃达·洛夫莱斯伯爵夫人的同时，图灵还思考了这样一个问题：通用计算机是否能够学习与创新？他得出的结论是“能”。

机器学习的概念就来自于图灵的这个问题的：对于计算机而言，除了“我们命令它做的任何事情”之外，它能否自我学习执行特定任务的方法？计算机能否让我们大吃一惊？如果没有程序员精心编写的数据处理规则，计算机能否通过观察数据自动学会这些规则？

图灵的这个问题的引出了一个新的编程范式。在经典的程序设计（即符号主义人工智能的范式）中，人们输入的是规则（即程序）和需要根据这些规则进行处理的数据，系统输出的是答案（见图 1-2）。利用机器学习，人们输入的是数据和从这些数据中预期得到的答案，系统输出的是规则。这些规则随后可应用于新的数据，并使计算机自主生成答案。

<sup>①</sup> TURING A M. Computing machinery and intelligence [J]. Mind, 1950,59(236): 433-460.