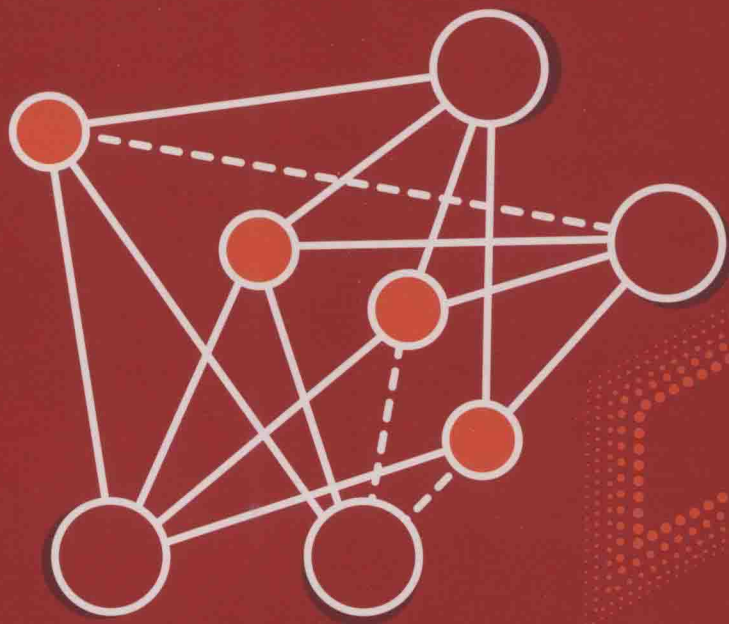


TensorFlow+Keras 深度学习

算法原理与编程实战

郑敦庄 胡承志 编著



- 30多个关键示例，3300多行代码，130多个图示
- 囊括TensorFlow、Keras、Numpy、Matplotlib、Scikit-learn等框架或API模块



中国工信出版集团

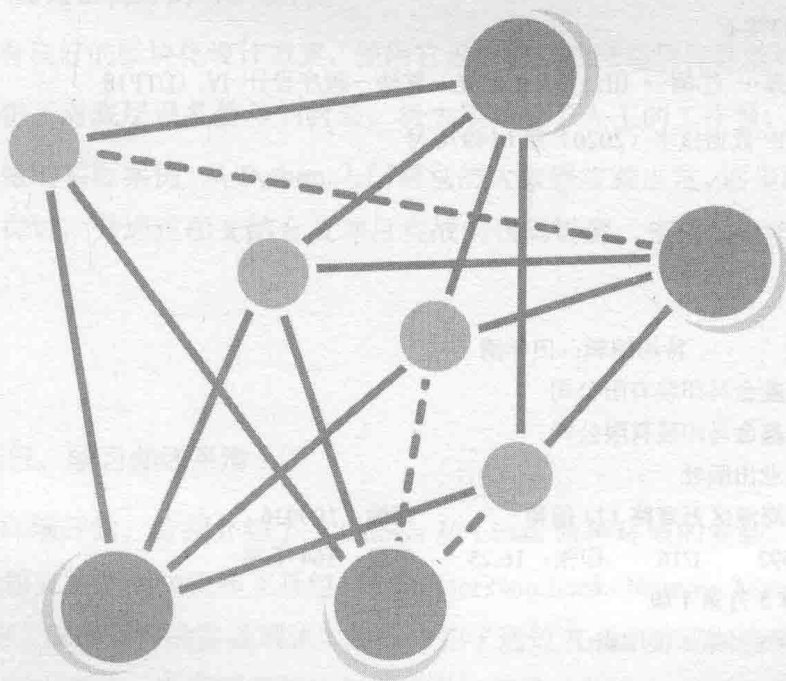


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

TensorFlow+Keras 深度学习

算法原理与编程实战

郑敦庄 胡承志 编著



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内容简介

本书以一个彩票预测的实战项目开发为主线，详细介绍了爬虫基础、概率论、时间序列、深度学习等热门的人工智能技术及 TensorFlow+Keras 这种主流的深度学习框架的使用方法。

本书分为 8 章，涵盖的主要内容有深度学习基础、数据抓取与存储、概率论基础、时间序列、深度学习框架简介及环境安装、深度学习原理、Keras 入门、福彩 3D 预测平台工程搭建等。

本书属于零门槛的深度学习书籍，既适合没有接触过深度学习并且想通过一个实际工程快速入门的普通读者阅读，也适合有一定编程经验并想要快速掌握深度学习基础知识的开发技术人员阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

TensorFlow+Keras 深度学习算法原理与编程实战 / 郑敦庄, 胡承志编著. —北京: 电子工业出版社, 2020.5

ISBN 978-7-121-38378-6

I. ①T… II. ①郑… ②胡… III. ①人工智能—算法—程序设计 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 014976 号

责任编辑: 张毅 特约编辑: 田学清

印刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编: 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.25 字数: 364 千字

版次: 2020 年 5 月第 1 版

印次: 2020 年 5 月第 1 次印刷

定价: 78.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 57565890, meidipub@phei.com.cn。

前言

据统计，在如今的各个行业中，互联网与软件工程行业的薪资名列前茅，大幅领先于传统行业，其中人工智能与大数据更是在互联网领域大放异彩。除此之外，人工智能领域的薪资涨幅也远超传统行业。随着大数据时代的来临，各行各业逐步深入实践和应用人工智能领域的相关技术，导致具有实践经验的顶尖 AI 人才缺口逐步增大。由此可见，人工智能技术将成为第四次工业革命的发动机，成为不可或缺的力量源泉。

在人工智能领域，深度学习方向涌现出了大量的框架来提高开发效率，而 Keras 成为其中的佼佼者，它具备三大优势：

- Keras 能够在多种不同的底层张量库上作为前端运行，使 Keras 无缝衔接各类底层应用，从而具备良好的可扩展性。
- Keras 具有良好的模块化设计方案，使用它设计自己的网络层往往能够节约大量时间。
- Keras 提供了对底层设备差异的封装，极大地减少了人工的工作量。

本书结合大量的实际案例，从 Python 入门级别的大数据实践出发，逐步深入到对 Keras 深度学习技术的探讨，并通过图文结合及项目实战的代码讲解，来提高读者的理论能力及代码的实践能力。

本书特色

1. 入门门槛低，学习曲线平滑

本书从搭建环境开始，分别介绍了 Windows 和 Linux 两种环境的安装，然后介绍了与 Python 数据编程相关的基础知识和工具包，如 Jupyter Notebook、Numpy、Matplotlib、Pandas、Scipy 等，又介绍了深度学习的基础理论，最后介绍了通过 Keras 实现深度学习的各类经典应用。整个学习曲线平滑，适合深度学习和机器学习零基础的读者。

2. 注重新手友好性，理论结合实践

对于一个新知识点的出现，本书会通过对比的方式给出概念或原理，让读者能举一反三，拓宽知识面。关于深度学习的一些理论概念，本书都会给出简短的示例，让读者能边学习边实践，缩短新手与老手之间的差距。

3. 技术面广泛，实践技巧丰富

本书所选的案例广泛且丰富，既有以神经网络为基础的感知器和线性单元的经典案例，又有基于 LSTM 神经网络的实战。在代码示例中，不仅包含了模型构建和设计的核心思想，也展示了新手容易犯错的一些细节。本书还包含了在工程实践中常用的设计与实现技巧，用来提高本书的实用性，加强案例与实际系统设计和实现过程的联系。

本书内容及知识体系

第 1 章介绍了深度学习的基础知识，通过梳理人工智能的历史，来了解人工智能、机器学习与深度学习的概念，并认识与理解三者之间的关系。

第 2 章介绍了深度学习中很重要的数据的前期处理工作，包括数据抓取与存储。另外，详细介绍了在各个平台中环境的安装与配置及爬虫的基础知识。本章的最后以抓取双色球的开奖数据为例来巩固和复习前面的知识要点。

第 3 章介绍了概率论的基础知识，将彩票套用在离散随机变量的数学概念中进行分析。本章的最后以双色球一等奖的开奖分布论证了双色球开奖是否随机、是否有过多人工干预的假设。

第 4 章介绍了时间序列的基础知识。上一章论证彩票的离散性，而这一章将彩票归入时间序列的数学模型中，论证彩票的时序性。本章的最后以经典的马尔可夫链模型来进行福彩 3D 的开奖预测。

第 5 章介绍了深度学习环境的搭建，详细介绍了 TensorFlow+Keras 环境的安装与配置，并重点介绍了 GPU 版本的 TensorFlow+Keras 环境的安装与配置。

第 6 章介绍了深度学习的原理，包括深度学习数学基础、神经网络基础、循环神经网络、LSTM 神经网络等，其中分别以逻辑与（and）的实例和房价预测来讲解感知器和线性单元的相关概念。

第 7 章介绍了深度学习框架 Keras 的基础知识，包括优化器、损失函数、评价函数、模型训练、训练历史可视化、模型预测等，同时介绍了搭建一个基础的 LSTM 神经网络所涉及的相关知识点，最后以 LSTM 神经网络预测福彩 3D 为例，综合应用了本章的相关知识点。

第 8 章介绍了福彩 3D 预测平台的搭建过程，将第 2 章中的数据抓取和第 7 章中的 LSTM 神经网络预测的代码进行整合，完成了对福彩 3D 预测平台的搭建。

适合阅读本书的读者

- 深度学习爱好者。
- Keras 入门读者。
- Python 数据分析人员。
- 算法工程设计实现工程师。
- 渴望入门深度学习相关领域的学生。
- 模型与架构设计等相关领域工程师。
- 深度学习应用研究人员。
- 人工智能产业从业人员。

本书由郑敦庄、胡承志编写，读者有什么疑问可以加入“知识星球”一起讨论：深度学习实战答疑讨论（星球 ID：49137329）。

目 录

第 1 章 深度学习基础	1
1.1 人工智能、机器学习与深度学习.....	1
1.1.1 人工智能的诞生.....	1
1.1.2 人工智能、机器学习和深度学习的关系.....	3
1.1.3 深度学习的发展.....	3
1.2 深度学习的应用领域.....	4
1.2.1 语音搜索和语音助手.....	4
1.2.2 图像识别.....	4
1.2.3 自动驾驶.....	5
1.2.4 金融领域.....	5
1.3 深度学习的主要框架.....	5
1.3.1 Theano.....	6
1.3.2 TensorFlow.....	6
1.3.3 Keras.....	7
1.3.4 PyTorch.....	8
1.3.5 Microsoft CNTK.....	8
1.3.6 MXNet.....	9
第 2 章 数据抓取与存储	10
2.1 Windows 系统下 Python 开发环境的安装.....	10
2.1.1 Windows 系统下安装 Anaconda.....	11
2.1.2 下载并安装 Python 3 安装包.....	11
2.1.3 检查环境安装是否成功.....	13

2.2	Linux 系统下 Python 开发环境的安装.....	13
2.2.1	CentOS 7 系统下安装 Python 3.6.....	14
2.2.2	Ubuntu 18.04 系统下安装 Python 3.6.6.....	15
2.2.3	Linux 系统下安装 Anaconda.....	15
2.3	第三方库的安装.....	16
2.3.1	数据收集与处理流程.....	16
2.3.2	请求库的安装.....	17
2.3.3	解析库的安装.....	17
2.4	数据库的安装.....	19
2.4.1	Windows 系统下安装 MySQL 8.0.....	19
2.4.2	Ubuntu 系统下安装 MySQL 8.0.....	23
2.4.3	存储库的安装.....	24
2.5	爬虫基础.....	25
2.5.1	URI 和 URL.....	25
2.5.2	超文本.....	25
2.5.3	HTTP 协议和 HTTPS 协议.....	26
2.5.4	HTTP 请求.....	27
2.5.5	Request 请求.....	29
2.5.6	Reponse 响应.....	33
2.6	实战案例：抓取双色球开奖数据.....	35
2.6.1	项目介绍.....	35
2.6.2	抓取最新期开奖数据.....	35
2.6.3	抓取历史期开奖数据.....	49
第 3 章 概率论基础.....		57
3.1	样本空间及随机变量.....	57
3.1.1	样本空间.....	57
3.1.2	随机变量.....	58

3.2	概率分布及分布函数.....	59
3.2.1	概率分布.....	59
3.2.2	分布函数.....	60
3.3	离散随机变量.....	61
3.3.1	离散随机变量概述.....	61
3.3.2	离散随机变量的均匀分布.....	62
3.3.3	伯努利分布 (Bernoulli Distribution).....	65
3.3.4	二项分布 (Binomial Distribution).....	65
3.3.5	泊松分布 (Poisson Distribution).....	66
3.4	实战案例: 分析双色球一等奖开奖注数是否随机.....	68
3.4.1	查询数据.....	68
3.4.2	柱形图显示.....	70
第 4 章	时间序列.....	77
4.1	时间序列入门.....	77
4.1.1	什么是时间序列.....	77
4.1.2	时间序列的基本概念.....	78
4.1.3	如何进行时间序列分析.....	79
4.2	彩票的特性模型选择.....	80
4.2.1	概率均等性.....	80
4.2.2	偏态性.....	80
4.2.3	连贯性.....	81
4.2.4	时序性.....	81
4.3	马尔可夫链模型.....	82
4.3.1	马尔可夫链的基本原理.....	82
4.3.2	基于加权马尔可夫链的模型福彩 3D 分析与预测.....	85
4.4	实战案例: 马尔可夫链模型预测.....	87
4.4.1	项目介绍.....	87

4.4.2	抓取福彩 3D 数据	87
4.4.3	马尔可夫链预测的步骤分析	96
4.4.4	马尔可夫链预测步骤一：马尔可夫性验证	96
4.4.5	马尔可夫链预测步骤二：一步转移概率矩阵	98
4.4.6	马尔可夫链预测步骤三： n 步转移概率矩阵	101
4.4.7	马尔可夫链预测步骤四：计算权重 w_k	101
4.4.8	马尔可夫链预测步骤五：进行预测	103
第 5 章 深度学习框架简介及环境安装		117
5.1	Tensorflow 的发展历程	117
5.2	Ubuntu 系统下安装 TensorFlow+Keras	120
5.2.1	安装 CPU 版本的 TensorFlow	120
5.2.2	安装 Keras	122
5.3	Windows 系统下安装 TensorFlow+Keras	122
5.3.1	安装 GPU 版本的 TensorFlow	122
5.3.2	安装 Keras	127
第 6 章 深度学习原理		128
6.1	深度学习数学基础	128
6.1.1	张量	128
6.1.2	应用中的数据张量	132
6.2	神经网络基础	134
6.2.1	感知器	134
6.2.2	线性单元	140
6.2.3	线性模型	141
6.2.4	目标函数	141
6.2.5	梯度下降算法	142
6.2.6	随机梯度下降算法	148
6.2.7	线性回归代码实例	148

6.3	循环神经网络	152
6.3.1	循环神经网络的概念	152
6.3.2	实战 RNN	153
6.4	LSTM 神经网络	156
6.4.1	RNN 的长期依赖问题	156
6.4.2	LSTM 原理简介	156
6.5	参考文献	159
第 7 章 Keras 入门		160
7.1	Keras 简介	160
7.1.1	Keras 在 TensorFlow 中的架构图	161
7.1.2	Keras 基础	161
7.2	Sequential 顺序模型	162
7.2.1	指定输入数据的大小	163
7.2.2	模型编译	163
7.2.3	优化器	164
7.2.4	损失函数	171
7.2.5	损失函数的选择	173
7.2.6	评价函数	181
7.2.7	模型训练	182
7.2.8	训练历史可视化	184
7.2.9	模型预测	184
7.3	Keras LSTM 简介	185
7.3.1	LSTM 参数介绍	185
7.3.2	LSTM 序列模型搭建	186
7.4	实战案例：LSTM 神经网络预测福彩 3D	188
7.4.1	项目介绍	188
7.4.2	导入数据和参数	189

7.4.3	构建 LotteryLSTM 框架类.....	191
7.4.4	LotteryLSTM 初始化.....	192
7.4.5	训练数据集和测试数据集分割.....	192
7.4.6	LSTM 网络的创建与训练.....	194
7.4.7	Keras 模型的保存.....	196
7.4.8	LSTM 网络评估.....	199
7.4.9	LSTM 网络预测结果可视化.....	200
7.4.10	项目代码实现.....	201
7.5	参考文献.....	211
第 8 章	福彩 3D 预测平台工程搭建.....	212
8.1	工程代码整合.....	212
8.1.1	LSTM 神经网络模型保存.....	212
8.1.2	LSTM 神经网络模型调用.....	218
8.1.3	抓取数据代码.....	220
8.1.4	MySQL 数据库导入数据库文件.....	223
8.2	工程代码.....	224
8.3	结束语.....	246

第 1 章

深度学习基础

在学习深度学习之前，读者需要先了解人工智能、机器学习与深度学习三者之间的关系，对这个领域有概念上的认识，知道深度学习能用在什么地方及如何去应用。

本章主要涉及的知识点：

- 人工智能、机器学习与深度学习的关系。
- 深度学习的应用领域。
- 深度学习的主要框架。

1.1 人工智能、机器学习与深度学习

本节简单介绍人工智能、机器学习与深度学习的关系。前几年各种媒体开始热炒人工智能，然后是机器学习，最近深度学习的热度很高。对于相关方面的从业者或对人工智能感兴趣的普通人来说，需要从这些铺天盖地的信息中找到对自己的职业或兴趣有益的信息。未来虽然充满风险，但理解清楚三者的关系，对后面的学习会有一个比较明确的整体认识，从而方便读者在未来人工智能越来越普及的体系中找到自己的定位。

1.1.1 人工智能的诞生

什么是人工智能？目前通用的定义是人工智能（Artificial Intelligence, AI）是一门融合了计算机科学、统计学、脑神经学和社会科学的前沿综合性学科，如图 1.1 所示。

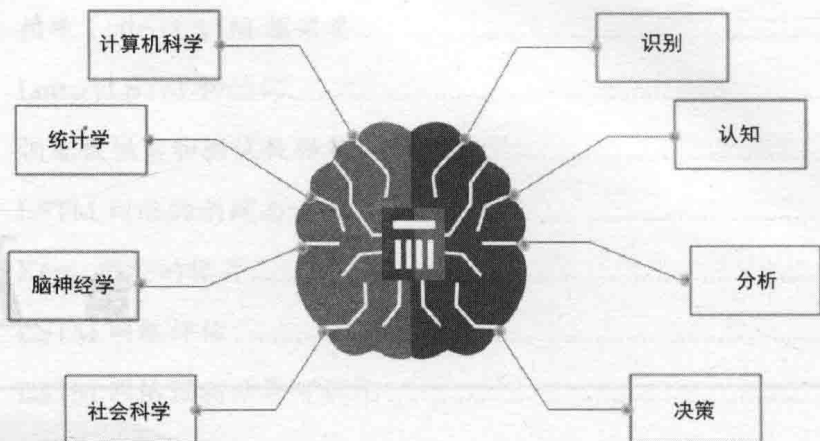


图 1.1 人工智能涉及的各类学科

在人工智能的发展过程中，不断地将其他学科知识进行融合，才形成了今天人工智能的各种流派及各种流派的各种算法，使人工智能变成了一个横跨多个学科的前沿学科。人工智能发展简史如图 1.2 所示。

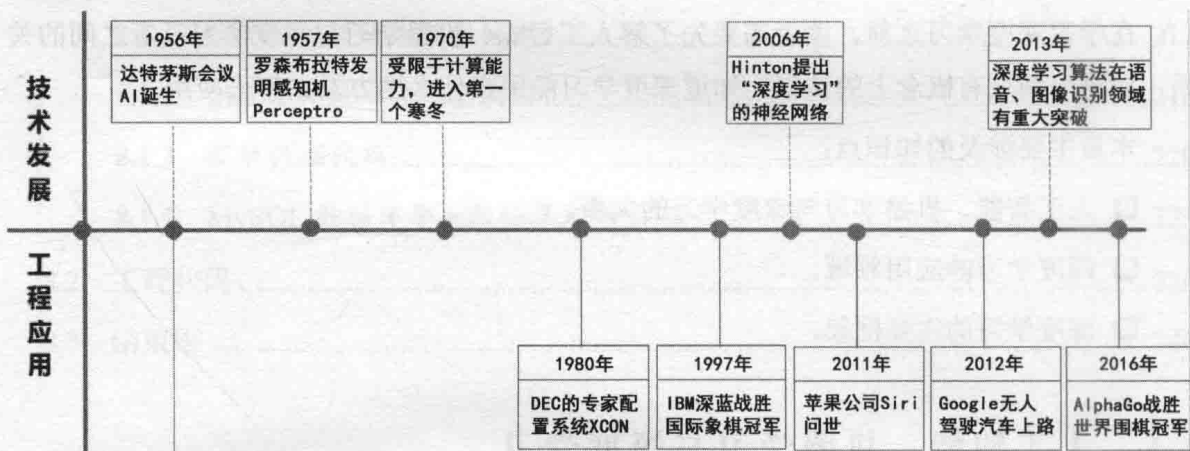


图 1.2 人工智能发展简史

“人工智能”这个名词诞生于 1956 年的达特茅斯会议，下面以 1956 年为分割点，简要介绍一下人工智能的起源。

1956 年达特茅斯会议的组织者是 Marvin Minsky、John McCarthy 及来自 IBM 的 Nathan Rochester 和 Claude Shannon。会议提出的断言之一是：学习或者智能的任何特性的每一个方面都能被精确地加以描述，使机器可以对其进行模拟。与会者有 Ray Solomonoff、Oliver Selfridge、Trenchard More、Arthur Samuel、Newell 和 Simon，他们中的每一位都在 AI 研究的第一个十年中做出了重要贡献，从而使 1956 年成为人工智能的元年。

1.1.2 人工智能、机器学习和深度学习的关系

人工智能 (Artificial Intelligence)、机器学习 (Machine Learning) 和深度学习 (Deep Learning) 的关系如图 1.3 所示。

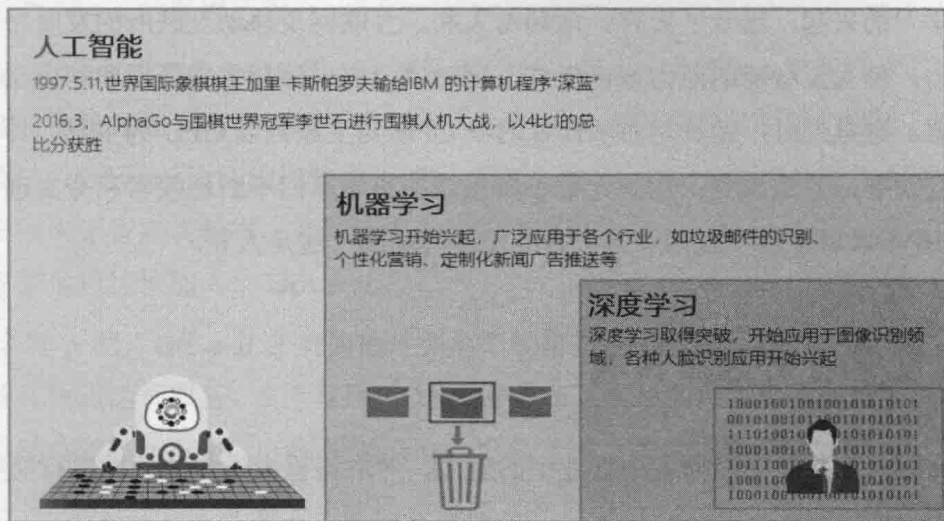


图 1.3 人工智能、机器学习和深度学习的关系

由图 1.3 可以看出, 这三者是包含与被包含的关系。简单来理解, 机器学习是人工智能的一种实现方法, 深度学习是机器学习的一种方法。现在很火热的深度学习属于连接主义, 即仿生学派, 更多的是对生物大脑的仿生, 然后通过计算机的特性, 对生物大脑的某一功能进行指数型的放大和加强。

1.1.3 深度学习的发展

2006 年, Hinton 提出了深度学习。机器学习的发展分为两部分: 浅层学习 (Shallow Learning) 和深度学习。

浅层学习起源于 20 世纪 20 年代, 人工神经网络的反向传播算法的发明, 使得基于统计学的机器学习算法开始盛行, 虽然这时候的人工神经网络算法也被称为多层感知机, 但由于多层网络训练困难, 通常都是只有一层隐含层的浅层模型。

神经网络研究领域的领军者 Hinton 在 2006 年提出了神经网络 Deep Learning 算法, 提高了神经网络的能力, 并向支持向量机发出挑战。2006 年, 机器学习领域的泰斗 Hinton 和他的学生 Salakhutdinov 在顶尖学术刊物 *Science* 上发表了一篇文章, 掀起了深度学习在学术界和工业界的浪潮。这篇文章有两个主要的信息:

- 很多隐藏层的人工神经网络具有优异的特征学习能力，学习得到的特征对数据有更本质的刻画，从而有利于可视化或分类。
- 深度神经网络在训练上的难度，可以通过“逐层初始化”（Layer-Wise Pre-Training）来有效克服。在这篇文章中，“逐层初始化”是通过无监督学习实现的。

深度学习的兴起，结合了天时、地利与人和。互联网及移动互联网的发展带来了一系列数据能力，使人工智能的能力得以提高，同时也急需一种技术来处理和利用已准备好的海量的数据，这是天时；运算能力从传统的以 CPU 为主导到以 GPU 为主导，异构计算等硬件设施的发展，这是地利；加上无数不同领域的科学家们不断地摸索和夯实理论基础，最终在 2010 年以后带动了现如今人工智能发展的高潮，这是人和。

1.2 深度学习的应用领域

本节介绍深度学习在当前各个行业中的应用，对取得重大进步的领域进行简要介绍。

深度学习目前正在慢慢地渗透并影响着我们的生活，深度学习的大发展，让我们的生活越来越智能，机器越来越能理解我们的意图。下面我们简单介绍一下深度学习在一些领域的应用。

1.2.1 语音搜索和语音助手

随着 2010 年 10 月份 Apple 推出 Siri 助手，很多互联网公司都推出了自己的语音助手，如 Google Android 平台的 Google Assistant、微软 Windows 平台的小娜，在 2017 年国内外的各大手机公司也都推出了自己的语音助手，如小米的小爱同学、华为的 HiAssistant、三星的 Bixby、vivo 的 Jovi 等，这些互联网公司和手机公司都是在自己海量用户的基础上推出语音助手的。目前深度学习最擅长的领域之一就是语音识别和自然语言的理解。

1.2.2 图像识别

深度学习的另一个流行领域是图像识别，其旨在识别图像中的人物和对象，以及理解内容和背景。图像识别已经在游戏、社交媒体、零售、旅游、安检等多个领域得到了广泛应用，并取得了巨大的进步，这是深度学习目前在工业界应用最广泛的领域。

1.2.3 自动驾驶

自动驾驶是目前非常火热的话题，它使用深度学习来识别和避免碰撞路上的物体，通过不断输入大量的训练数据，来达到理想的完全自动驾驶的状态。下面我们看一个业内的明星公司 Driver.ai 的发展历程。

Drive.ai 公司成立于 2015 年，主要从事研发全栈式 L4 级无人驾驶技术，在传感器融合、认知、决策规划、定位、线下模拟等各个子模块都拥有自己的核心技术。相比其他自动驾驶团队，Drive.ai 团队的优势在于使用了深度学习。Drive.ai 公司的几位联合创始人均来自斯坦福人工智能实验室，并师从人工智能专家吴恩达。2017 年 6 月，深度学习业内的明星科学家吴恩达也加入了 Driver.ai。

2018 年 5 月，Drive.ai 在美国德州弗里斯科市投放了几辆自动驾驶厢式车，开启无人驾驶商业化试点运营服务。5 个月后，Drive.ai 宣布正式在德州阿灵顿向居民、雇员和旅游者推出自动驾驶打车服务，一时间 Driver.ai 声名大噪，成为资本追逐的宠儿。

2019 年 6 月 25 日，苹果公司收购了自动驾驶公司 Driver.ai，它只接收了 Drive.ai 的几十名技术人才和产品设计师及其旗下的自动驾驶汽车和其他 IP 资产。

自动驾驶是未来的发展方向，但是目前深度学习在这个领域遇到的困难比较大，离人们预期的完全自动驾驶还有一段距离。

1.2.4 金融领域

金融领域是计算密集型领域，但广泛使用的金融模型，包括监督和无监督模型、基于状态模型、计量经济学模型，甚至随机模型都受到过度拟合和启发式问题带来的影响。因为金融生态圈异常复杂，所以其非线性充斥着大量相互影响的因素。

在金融领域中，传统使用的是 ARIMA 模型（Autoregressive Integrated Moving Average model，差分整合移动平均自回归模型）、VAR 模型（Vector Autoregression model，向量自回归模型）等。目前，深度学习中的卷积神经网络（Convolutional Neural Network，CNN）和长短期记忆网络（Long Short-Term Memory，LSTM），相比于传统模型都有不错的进步。

1.3 深度学习的主要框架

本节介绍当前流行的深度学习框架，其中对各个主要的框架进行简单描述，对