

机器学习宝典, TensorFlow 速查大全



TensorFlow

深度学习

算法原理与编程实战

蒋子阳◎著

讲解细

沿着需求→算法→代码实现的思路, 适合各类读者

案例全

将近 80 个代码案例, 可以拿来就用

图示多

全书 200 多张图片, 助你快速理解算法核心

涉及广

囊括神经网络、深度强化学习、可视化等内容



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TensorFlow 深度学习 算法原理与编程实战

蒋子阳 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

TensorFlow 是谷歌研发的人工智能学习系统, 是一个用于数值计算的开源软件库。《TensorFlow 深度学习算法原理与编程实战》以基础+实践相结合的形式, 详细介绍了 TensorFlow 深度学习算法原理及编程技巧。通读全书, 读者不仅可以系统了解深度学习的相关知识, 还能对使用 TensorFlow 进行深度学习算法设计的过程有更深入的理解。

《TensorFlow 深度学习算法原理与编程实战》共 14 章, 主要内容有: 人工智能、大数据、机器学习和深度学习概述; 深度学习及 TensorFlow 框架的相关背景; TensorFlow 的安装; TensorFlow 编程策略; 深度前馈神经网络; 优化网络的方法; 全连神经网络的经典实践; 卷积神经网络的基础知识; 经典卷积神经网络的 TensorFlow 实现; 循环神经网络及其应用; 深度强化学习概述; TensorFlow 读取数据的 API; TensorFlow 持久化模型的 API; 可视化工具 TensorBoard 的使用; TensorFlow 使用多 GPU 或并行的方式加速计算等。

《TensorFlow 深度学习算法原理与编程实战》内容通俗易懂, 案例丰富, 实用性强, 特别适合对人工智能、深度学习感兴趣的的相关从业人员阅读, 也适合没有相关基础但是对该方面研究充满兴趣的爱好者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

TensorFlow深度学习算法原理与编程实战 / 蒋子阳
著. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2019. 1
ISBN 978-7-5170-6822-8

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第209130号

书 名	TensorFlow 深度学习算法原理与编程实战 TensorFlow SHENDU XUEXI SUANFA YUANLI YU BIANCHENG SHIZHAN
作 者	蒋子阳 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: zhiboshangshu@163.com
经 售	电话: (010) 62572966-2205/2266/2201 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京智博尚书文化传媒有限公司
印 刷	三河市龙大印装有限公司
规 格	170mm×230mm 16 开本 35.25 印张 596 千字 1 插页
版 次	2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	99.80 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

2016年3月，AlphaGo的成功使得人工智能成为人们茶余饭后津津乐道的话题，而实现人工智能的主要方法——深度学习，也作为一个关键词开始出现在公众的视野并迅速被接纳。然而，深度学习并不算是一门比较新的技术或是一个比较新的词汇，它在2006年就出现了，在后来的一些大赛（如ILSVRC计算机视觉大赛）或实际应用上也取得了一定的效果。人工智能在不断地发展，深度学习技术已经在学术界和工业界产生了颠覆性的影响，而之所以在AlphaGo之前我们很少接触到深度学习，主要是因为有一些项目上深度学习获得成功没有像AlphaGo那样举世瞩目而已。介绍使用TensorFlow实现深度学习，就是笔者写作本书的原因。

2015年年底面世的TensorFlow，是Google推出的一款开源的实现深度学习算法的框架。TensorFlow一经出现就获得了极大的关注——一个月内在GitHub上获得的star超过1万。得益于开源社区提供的众多支持，TensorFlow得到了飞速的发展。在写作本书时，TensorFlow的最新版本号为1.4，但是本书选择使用基于1.0.0-rc0版本的示例进行讲解，在这一版本上构建的代码应该能够很好地兼容后来或者最新的TensorFlow框架。

本书特色

1. 内容丰富实用、主次分明，符合初学者的学习特点

本书内容涵盖了深度学习算法设计以及使用TensorFlow框架时将会用到的一些知识，从内容安排上非常注重这些知识的基础性和实用性。全书对于必须掌握的知识点没有含糊其辞，而是进行了细致的说明；仅需要大致了解的内容则点到即止。这样的安排不仅对初学阶段必备的知识有了着重介绍，读者也能对比较深入的知识有一个大致的了解。

2. 文字叙述生动有趣，全程伴随实例，用实例学习更高效

按照认知规律，本书将内容的介绍设计得环环相扣，连贯统一。在第一部分（第1~3章），主要介绍了一些关于深度学习与TensorFlow的基础

认识。为了方便后续的编程实践，在这一部分还介绍了 TensorFlow 的安装以及简单的编程使用规则。在第二部分（第 4~10 章），主要介绍了关于深度神经网络的设计以及一些网络的 TensorFlow 实现，如果没有第一部分介绍的相关内容，在用 TensorFlow 实现这些网络时无疑是充满挑战的。第三部分（第 11~14 章）补充了 TensorFlow 的使用，这一部分可以看作是 TensorFlow 的高阶用法，熟练掌握这些用法可以使网络的设计事半功倍。

在介绍这些知识时，笔者绝不是板着脸孔，用说明书式的语言来讲授，而是以非常生动有趣的语言进行通俗易懂的讲解，确保内容能够较完整地表达写作时最初的本意，在最大程度上帮助读者掌握 TensorFlow 的相关内容。

3. 图文搭配合理，尽量避免学习枯燥无味

尽管笔者尽力让文字通俗易懂，但 TensorFlow 毕竟也是目前“高大上”的技术，所以在书中很多章节不失时机地插入了一些具有说明性的图片。在笔者看来，一张恰当的图片能够节省很多枯燥无味的文字并起到辅助我们理解文章内容的作用。

本书内容及体系结构

第一部分：探索深度学习之方法的开始

第一部分包括前 3 章内容。其中第 1 章是整书的开篇，放置这一章的目的主要是引导读者对人工智能的发展、机器学习与深度学习之间的关系以及人工神经网络的过去有一个初步的了解。此外，本章还涉及 TensorFlow 及深度学习框架的介绍。内容很多，但是却充满了联系。

第 2 章介绍了安装 TensorFlow 的一些方法。本章没有重要知识点，但使用 TensorFlow 框架进行深度学习算法设计或者搭建深度神经网络前将它安装在计算机上是必须的。对于安装过程，按照书中内容执行就好。

第 3 章介绍了一些基本的 TensorFlow 编程策略，可以把这一章的内容看作是 TensorFlow 的使用说明书，计算图、张量和会话是在使用 TensorFlow 框架前必须要了解的框架本身的一些机制。这些内容不是非常的“进阶”但却非常的重要。

第二部分：TensorFlow 实现深度网络

第二部分包括 4~10 章的内容。第 4 章介绍了深度前馈神经网络。该网

络涵盖的范围比较广，在介绍网络的前向传播过程以及激活函数、损失函数等网络的基本组件时，都选择了比较简明的全连接形式的网络。

第 5 章介绍的是优化网络的方法。用一些优化方法优化网络是必须的。这一章的开始涉及了梯度下降、反向传播的理论；在后续，还针对网络会出现的过拟合现象介绍了一些相应的优化方法。可以说这一章中介绍的方法都是常用的。当然，也适当地给出了 TensorFlow 实现。

第 6 章给出了一个全连神经网络的经典实践案例，其主要内容是通过全连接形式的神经网络实现基于 MNIST 数据集的手写数字识别。在这个实践中用到了第 4 章和第 5 章所讲的绝大部分内容。尽管可以看作是一个入门案例，并且所占篇幅也不大，但是起到了总结所学内容的作用。

第 7 章介绍了卷积神经网络。卷积神经网络同样是一种前馈神经网络。不同于全连接的方式，卷积神经网络是稀疏连接的。在这一章介绍了卷积神经网络中卷积层和池化层的 TensorFlow 实现，并在之后以一个使用了 Cifar-10 数据集的简单循环神经网络作为本章中要实践的内容。作为一些补充，最后还添加了一些 TensorFlow 中关于图像处理的 API 的使用。可以说，本章的内容也是非常繁杂的。

第 8 章给出了经典卷积神经网络的 TensorFlow 实现。在第 7 章的基础上，这一章介绍了 LeNet-5、AlexNet、VGGNet、InceptionNet-V3 和 ResNet 5 个经典的卷积神经网络，这些卷积神经网络是按出现时间的先后顺序进行组织的，并且每一个卷积神经网络都提出了一些新的想法，章内会尽可能地分享这些想法。

第 9 章介绍了循环神经网络。循环神经网络已经不再属于前馈神经网络的范畴，其应用多见于自然语言处理领域（当然也不仅仅是该领域）。除了介绍循环神经网络本身，本章也适当地加入了一些其在自然语言处理领域应用的例子。

第 10 章是一些深度强化学习的内容，深度强化学习是现代通用人工智能的实现方法，本章使用较短的篇幅概述了深度强化学习的相关内容。

第三部分：TensorFlow 的使用进阶

第三部分包括 11~14 章的内容。第 11 章介绍了使用 TensorFlow 进行数据读取的相关方法。网络需要数据的输入，为了方便这一过程，TensorFlow 本身提供了一些 API。本章主要讲述的就是这些 API。

第 12 章介绍了 TensorFlow 模型持久化。将训练好的网络模型存储起来

并在使用时加载存储好的模型可以节约很多的时间，因为模型的训练过程一般是比较耗时的。本章除了给出模型持久化的实例外，还适当地介绍了 TensorFlow 模型持久化的原理，内容比较全面。

第 13 章介绍了 TensorFlow 自带的 TensorBoard 可视化工具。网络模型中的一些标量数据、图片或者音频数据都可以通过 TensorBoard 工具可视化出来，甚至模型的计算图也可以，这大大方便了我们的调试过程。本章就介绍了如何使用这款方便的工具。

第 14 章介绍了 TensorFlow 加速计算。神经网络模型的训练过程中会产生大量的计算，TensorFlow 支持使用多个 GPU 设备或者分布式的方式来并行加快计算的过程。本章先是介绍了并行计算的一些模式，然后重点放在了如何通过代码实现 TensorFlow 使用多个 GPU 设备或者分布式的方式加速计算。

本书读者对象

- ◎人工智能领域爱好者及相关开发人员
- ◎计算机相关专业的学生
- ◎机器人、自动化行业的人员
- ◎数据分析、数据挖掘人员

本书资源下载

本书提供相关代码源文件，有需要的读者可以通过扫描右边的二维码（关注后输入本书书名或 ISBN 号）获取下载链接。若有关于本书的疑问和建议，也可以在公众号留言，我们将竭诚为您服务。



关于作者

本书由蒋子阳编写，同时参与编写的还有张昆、张友、赵桂芹、张金霞、张增强、刘桂珍、陈冠军、魏春、张燕、孟春燕、项宇峰、李杨坡、张增胜、张宇微、张淑凤、伍云辉、孟庆宇、马娟娟、李卫红、韩布伟、宋娟、郑捷、罗雨露、方加青、曾桃园、董建霞、方亚平、李文祥、张梁、邓玉前、刘丽、舒玲莉、孙敖、黄艳娇、刘雁、朱翠元、郭元美、吉珊珊、王若男、李幸、卫亚洁、董天琪、苗琴琴、杨佳莺，在此一并表示感谢！

蒋子阳

目 录

第一部分 探索深度学习之方式的开始

第 1 章 开篇	2
1.1 人工智能的发展	2
1.1.1 萌芽	2
1.1.2 复苏	4
1.1.3 现代实践：大数据+深度神经网络模型	6
1.2 大数据	7
1.3 机器学习与深度学习	8
1.3.1 机器学习	9
1.3.2 深度学习	13
1.3.3 同人工智能的关系	15
1.4 人工神经网络与 TensorFlow	16
1.4.1 人工神经网络	16
1.4.2 TensorFlow	26
1.5 其他主流深度学习框架介绍	27
1.5.1 Caffe	28
1.5.2 Torch	30
1.5.3 Theano	31
1.5.4 MXNet	32
1.5.5 Keras	34
1.6 机器学习的常见任务	35
1.6.1 分类	35
1.6.2 回归	36

1.6.3	去噪	37
1.6.4	转录	37
1.6.5	机器翻译	37
1.6.6	异常检测	38
1.6.7	结构化输出	38
1.7	深度学习的现代应用	39
1.7.1	计算机视觉	39
1.7.2	自然语言处理	44
1.7.3	语音识别	45
第 2 章	安装 TensorFlow	47
2.1	安装前的须知	47
2.1.1	检查硬件是否达标	47
2.1.2	推荐选用 GPU 进行训练	50
2.1.3	为什么选择 Linux 系统	57
2.1.4	为什么选择 Python 语言	58
2.2	安装 Anaconda	59
2.3	TensorFlow 的两个主要依赖包	61
2.3.1	Protocol Buffer	62
2.3.2	Bazel	64
2.4	安装 CUDA 和 cuDNN	67
2.4.1	CUDA	68
2.4.2	cuDNN	71
2.5	正式安装 TensorFlow	74
2.5.1	使用 pip 安装	74
2.5.2	从源代码编译并安装	77
2.6	测试你的 TensorFlow	82
2.6.1	运行向量相加的例子	82
2.6.2	加载过程存在的一些问题	84
2.7	推荐使用 IDE	84
第 3 章	TensorFlow 编程策略	86
3.1	初识计算图与张量	86
3.2	计算图——TensorFlow 的计算模型	87

3.3	张量——TensorFlow 的数据模型	90
3.3.1	概念	91
3.3.2	使用张量	92
3.4	会话——TensorFlow 的运行模型	93
3.4.1	TensorFlow 系统结构概述	93
3.4.2	简单使用会话	95
3.4.3	使用 with/as 环境上下文管理器	96
3.4.4	Session 的参数配置	99
3.4.5	placeholder 机制	99
3.5	TensorFlow 变量	102
3.5.1	创建变量	102
3.5.2	变量与张量	106
3.6	管理变量的变量空间	108
3.6.1	get_variable()函数	108
3.6.2	variable_scope()与 name_scope()	109

第二部分 TensorFlow 实现深度网络

第 4 章	深度前馈神经网络	116
4.1	网络的前馈方式	116
4.2	全连接	118
4.2.1	神经元与全连接结构	118
4.2.2	前向传播算法	120
4.3	线性模型的局限性	124
4.4	激活函数	131
4.4.1	常用激活函数	131
4.4.2	激活函数实现去线性化	135
4.5	多层网络解决异或运算	137
4.6	损失函数	140
4.6.1	经典损失函数	140
4.6.2	自定义损失函数	154

第 5 章	优化网络的方法	157
5.1	基于梯度的优化	157
5.1.1	梯度下降算法	158
5.1.2	随机梯度下降	164
5.2	反向传播	165
5.2.1	简要解释反向传播算法	165
5.2.2	自适应学习率算法	168
5.2.3	TensorFlow 提供的优化器	171
5.3	学习率的独立设置	176
5.3.1	指数衰减的学习率	177
5.3.2	其他优化学习率的方法	179
5.4	拟合	183
5.4.1	过拟合和欠拟合	183
5.4.2	正则化的方法	186
5.4.3	Bagging 方法	192
5.4.4	Dropout 方法	193
第 6 章	全连神经网络的经典实践	197
6.1	MNIST 数据集	197
6.2	网络的设计	201
6.3	超参数和验证集	209
6.4	与简单模型的对比	210
第 7 章	卷积神经网络	213
7.1	准备性的认识	213
7.1.1	图像识别与经典数据集	214
7.1.2	卷积网络的神经科学基础	217
7.1.3	卷积神经网络的历史	220
7.2	卷积	222
7.2.1	卷积运算	222
7.2.2	卷积运算的稀疏连接	224
7.2.3	卷积运算的参数共享	226
7.2.4	卷积运算的平移等变	228
7.2.5	多卷积核	229

7.2.6	卷积层的代码实现	231
7.3	池化	236
7.3.1	池化过程	237
7.3.2	常用池化函数	238
7.3.3	池化层的代码实现	239
7.4	实现卷积神经网络的简例	240
7.4.1	卷积神经网络的一般框架	240
7.4.2	用简单卷积神经网络实现 Cifar-10 数据集分类	243
7.5	图像数据处理	258
7.5.1	图像编解码处理	259
7.5.2	翻转图像	261
7.5.3	图像色彩调整	262
7.5.4	图像标准化处理	266
7.5.5	调整图像大小	267
7.5.6	图像的标注框	273
第 8 章	经典卷积神经网络	277
8.1	LeNet-5 卷积网络模型	277
8.1.1	模型结构	278
8.1.2	TensorFlow 实现	280
8.2	AlexNet 卷积网络模型	286
8.2.1	模型结构	287
8.2.2	TensorFlow 实现	290
8.3	VGGNet 卷积网络模型	301
8.3.1	模型结构	301
8.3.2	TensorFlow 实现	306
8.4	InceptionNet-V3 卷积网络模型	316
8.4.1	模型结构	322
8.4.2	Inception V3 Module 的实现	325
8.4.3	使用 Inception V3 完成模型迁移	328
8.5	ResNet 卷积网络模型	341
8.5.1	模型结构	342
8.5.2	TensorFlow 实现	346

第 9 章	循环神经网络	356
9.1	循环神经网络简介	357
9.1.1	循环神经网络的前向传播程序设计	360
9.1.2	计算循环神经网络的梯度	364
9.1.3	循环神经网络的不同设计模式	366
9.2	自然语言建模与词向量	367
9.2.1	统计学语言模型	367
9.2.2	Word2Vec	371
9.2.3	用 TensorFlow 实现 Word2Vec	376
9.3	LSTM 实现自然语言建模	394
9.3.1	长短时记忆网络 (LSTM)	395
9.3.2	LSTM 在自然语言建模中的应用	399
9.3.3	循环神经网络的 Dropout	414
9.4	循环神经网络的变种	416
9.4.1	双向循环神经网络	416
9.4.2	深层循环神经网络	418
第 10 章	深度强化学习	420
10.1	理解基本概念	420
10.2	深度强化学习的思路	421
10.3	典型应用场景举例	423
10.3.1	场景 1: 机械臂自控	423
10.3.2	场景 2: 自动游戏系统	424
10.3.3	场景 3: 自动驾驶	425
10.3.4	场景 4: 智能围棋系统	426
10.4	Q 学习与深度 Q 网络	429
10.4.1	Q 学习与深度 Q 学习	429
10.4.2	深度 Q 网络	431

第三部分 TensorFlow 的使用进阶

第 11 章	数据读取	436
11.1	文件格式	436

11.1.1	TFRecord 格式.....	437
11.1.2	CSV 格式.....	440
11.2	队列.....	443
11.2.1	数据队列.....	443
11.2.2	文件队列.....	445
11.3	使用多线程处理输入的数据.....	449
11.3.1	使用 Coordinator 类管理线程.....	449
11.3.2	使用 QueueRunner 创建线程.....	452
11.4	组织数据 batch.....	454
第 12 章	模型持久化.....	462
12.1	通过代码实现.....	462
12.2	模型持久化的原理.....	469
12.2.1	model.ckpt.meta 文件.....	470
12.2.2	从.index 与.data 文件读取变量的值.....	481
12.3	持久化的 MNIST 手写字识别.....	482
12.4	PB 文件.....	489
第 13 章	TensorBoard 可视化.....	493
13.1	TensorBoard 简要介绍.....	493
13.2	MNIST 手写字识别的可视化.....	498
13.2.1	实现的过程.....	498
13.2.2	标量数据可视化结果.....	505
13.2.3	图像数据可视化结果.....	512
13.2.4	计算图可视化结果.....	513
13.3	其他监控指标可视化.....	521
第 14 章	加速计算.....	526
14.1	TensorFlow 支持的设备.....	526
14.2	TensorFlow 单机实现.....	528
14.2.1	查看执行运算的设备.....	529
14.2.2	device()函数的使用.....	531
14.3	并行训练的原理.....	535
14.3.1	数据并行.....	536

14.3.2	模型并行	539
14.4	单机多 GPU 加速 TensorFlow 程序	540
14.4.1	实现的过程	540
14.4.2	多 GPU 并行的可视化.....	547
14.5	分布式 TensorFlow 概述	548

第一部分



探索深度学习之方式的开始

 第 1 章 开篇

 第 2 章 安装 TensorFlow

 第 3 章 TensorFlow 编程策略

第1章 开篇

深度学习是本书的一个主题，但在探讨深度学习之前，需要先对人工智能以及机器学习有所了解。本章将首先翻开人工智能历史的神秘面纱并对人工智能的现代实践做一个笼统的介绍，之后带领读者一步步了解机器学习和深度学习是什么，以及这两者与人工智能之间的关系。

“大数据”一词在近几年非常热门，并且经常伴随着人工智能出现，本章也会对大数据做一点相应的介绍。

TensorFlow 框架使我们编写并实验深度学习程序的过程更加轻松，作为本书的另一个主题，当然也不能缺少对其的介绍。关于该框架的使用部分，将放到第2章和第3章介绍。

1.1 人工智能的发展

1941年，当世界上第一台电子计算机（由美国爱荷华州立大学的 John Vincent Atanasoff 教授和他的研究生 Clifford Berry 先生在1937年开发的“阿塔纳索夫-贝瑞计算机（Atanasoff-Berry Computer, ABC）”诞生时，研究者们就已经在尝试能否使其变得智能。随着计算机软硬件技术的共同发展，我们能够感受到这一目标正慢慢地变为现实。

人工智能（Artificial Intelligence, AI），是一个主要研究如何制造智能机器或智能系统，借以模拟人类的智能活动，从而延伸人类智能的科学。然而它的发展历史却不是那么美好，甚至可以用“起起落落”来概括。

1.1.1 萌芽

这一阶段大概发生在20世纪50年代至70年代。