

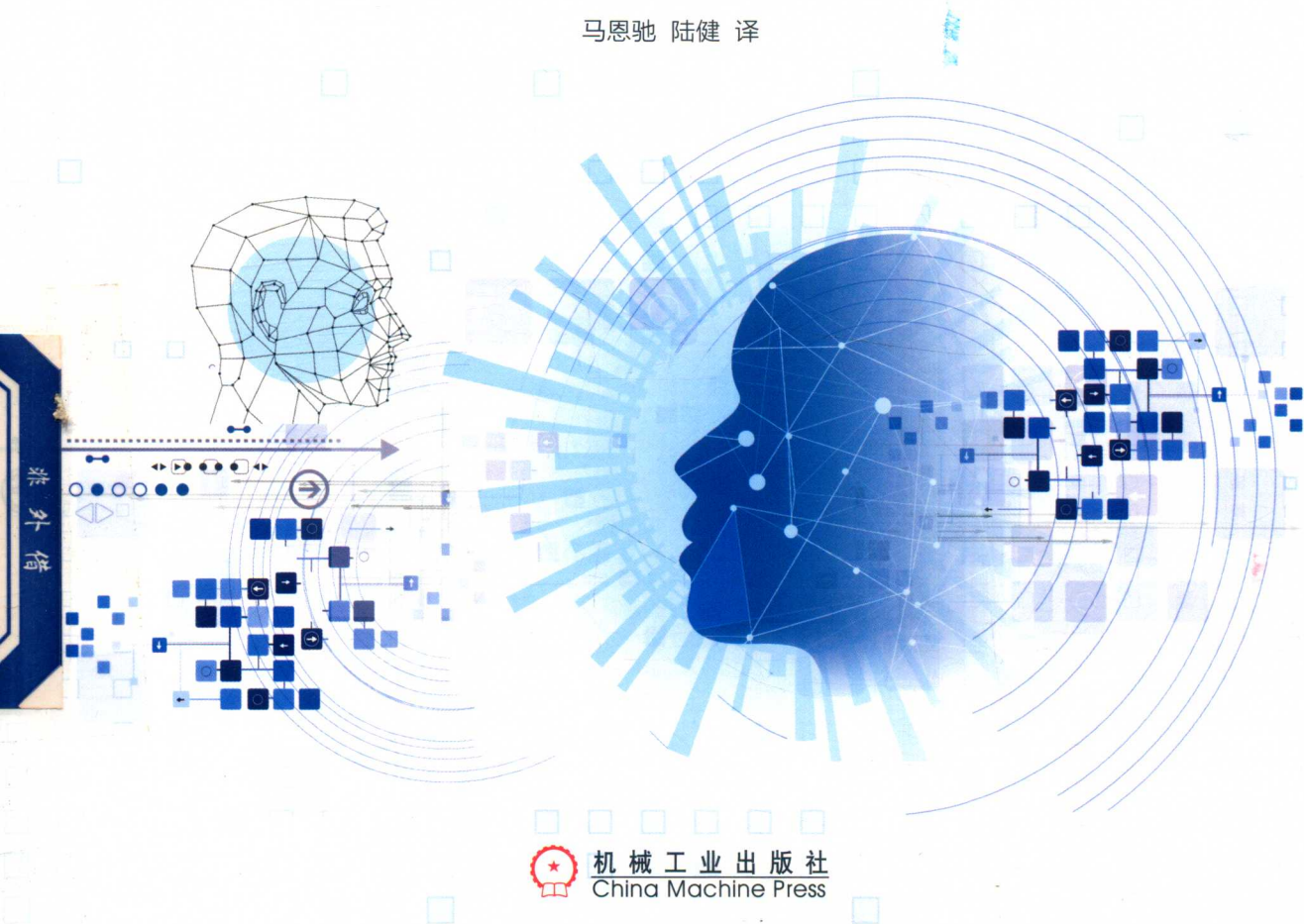
Neural Network Programming with TensorFlow

TensorFlow

神经网络编程

[印度] 曼普里特·辛格·古特 (Manpreet Singh Ghotra) 著
拉蒂普·杜瓦 (Rajdeep Dua)

马恩驰 陆健 译



机械工业出版社
China Machine Press

智能系统与技术丛书

Neural Network Programming with TensorFlow

TensorFlow

神经网络编程

[印度] 曼普里特·辛格·古特 (Manpreet Singh Ghotra)
拉蒂普·杜瓦 (Rajdeep D)

马恩驰 陆健 译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

TensorFlow 神经网络编程 / (印) 曼普里特·辛格·古特 (Manpreet Singh Ghotra), (印) 拉蒂普·杜瓦 (Rajdeep Dua) 著; 马恩驰, 陆健译. —北京: 机械工业出版社, 2018.10 (智能系统与技术丛书)

书名原文: Neural Network Programming with TensorFlow

ISBN 978-7-111-61178-3

I. T… II. ①曼… ②拉… ③马… ④陆… III. 人工神经网络—程序设计 IV. ①TP183 ②TP311.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 234716 号

本书版权登记号: 图字 01-2018-2519

Manpreet Singh Ghotra, Rajdeep Dua: *Neural Network Programming with TensorFlow* (ISBN: 978-1-78839-039-2).

Copyright © 2017 Packt Publishing. First published in the English language under the title “Neural Network Programming with TensorFlow”.

All rights reserved.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2018 by China Machine Press.

本书中文简体字版由 Packt Publishing 授权机械工业出版社独家出版。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。

TensorFlow 神经网络编程

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 唐晓琳

责任校对: 殷虹

印刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版次: 2018 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 186mm × 240mm 1/16

印张: 14.75

书号: ISBN 978-7-111-61178-3

定价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

华章IT
HZBOOKS | Information Technology



THE TRANSLATOR'S WORDS

译者序

以深度学习为代表的人工智能在计算机视觉、语音识别、自然语言处理方面已经取得了突破性的进展。越来越多的公司更倾向于使用深度学习模型来解决业务场景中的问题。在众多的计算框架中，作为 Google 最新开源的深度学习计算框架，TensorFlow 支持包括 CNN、RNN、LSTM 等多种神经网络模型。由于其强大丰富的功能、高度灵活的 API，目前 TensorFlow 受到了业界的高度关注。

TensorFlow 作为主流的深度学习框架仍在不断地演进。北京时间 2018 年 3 月 31 日，美国加利福尼亚州山景城的计算机历史博物馆举办了第二届 TensorFlow 开发者峰会，吸引了超过 500 名 TensorFlow 用户亲临现场，数万名来自世界各国的观众观看了本次峰会的直播。活动当天，TensorFlow 团队和邀请嘉宾举办了多场技术讲座。编程语言方面，TensorFlow 会支持越来越多的 ML 算法，对接以 js 和 swift 为代表的越来越多的编程语言。数据 IO 方面，输入数据的处理非常重要，良好的深度学习框架不仅需要支持不同类型的数据源以及数据格式，同时还要保证高吞吐率，以满足日益发展的硬件需求。本次大会引入了 tf.data API。tf.data 采用了标准数据库领域里的 ETL 概念，将主要的接口封装起来。并且可以通过 chaining 的方式组合。加载图片数据的速度可达 13k/s。上层 API 上，大会还是推广 Estimator 的使用，Estimator 在特征工程上提供了更便捷的上层 API，可使特征值分箱、特征交叉、特征嵌入更便捷。值得一提的是，在浏览器上支持深度学习意义重大，因为浏览器可以有更好的可视化能力，在模型调参和增加结果的可解释性方面大有裨益，比如 TensorFlow Playground 就是成功的案例。

在商业领域应用方面，国内各大公司都在广泛使用 TensorFlow，并在分布式训练、模型压缩与加速、在线预测方面进行了优化。在场景应用方面，我们团队开发的个性化表征学习和深度语义模型已全量上线，并取得了不错的 abtest 效果，训练框架均基于 TensorFlow。其中，个性化表征学习主要应用于搜索排序，通过视频的文本信息和统计特征编码对视频进行表达，并通过视频观看的 i2i 和 u2i 分别在视频观看序列上对相关视频和用户视频观看兴趣做个性化表达。最后，基于曝光点击行为数据处理得到标签以进行训练，线上效果证明，用户在头部宽泛意图下对视频内容有较大的个性化需求。相关性计算的深度语义模型，通过对视频的文本信息进行编码，基于人工标注的标签数据进行训练。深度语义模型在尾部搜索意图下的视频结果有明显的体验提升。

本书简明扼要地介绍了如何基于 TensorFlow 实现神经网络，并在代码实现方面做了详尽的说明。全书由我和陆健翻译完成，在繁重的工作之余挤出时间完成翻译需要极大的毅力。其中，我参与翻译了第 1、3、5、7、9 章，陆健参与翻译了第 2、4、6、8、10 章。由于水平有限，书中可能会有翻译不妥之处，读者在阅读过程中若发现不妥之处，欢迎发邮件至 maec1208@gmail.com。

感谢华章公司的王春华编辑为本书翻译及出版过程中所做的努力，感谢我的爱人和孩子在翻译过程中给予的支持，你们是我坚持奋斗的最大动力。

马恩驰

2018 年 9 月于杭州

ABOUT THE AUTHORS

作者简介

Manpreet Singh Ghotra 在企业 and 大数据软件方面拥有超过 15 年的软件开发经验。目前，他正致力于开发一个机器学习平台 /API，该平台主要使用诸如 TensorFlow、Keras、Apache Spark 和 PredictionIO 等开源库和框架进行开发。Manpreet Singh Ghotra 在各种机器学习应用场景上有丰富的经验，其中包括情感分析、垃圾邮件检测、图像调整和异常检测。他是世界上最大在线零售商之一机器学习组的成员，主要工作是使用 R 和 Apache Mahout 做运输时间优化。他拥有机器学习方面的研究生学位，为机器学习社区工作并贡献卓越。

Manpreet Singh Ghotra 的 GitHub 地址为 <https://github.com/badlogicmanpreet>。你也可以在 LinkedIn 上的 <https://in.linkedin.com/in/msghotra> 找到他。

本书献给我的父母 Amrik Singh 和 Nirmal Kaur。感谢他们在我写作本书时，对我的支持。

Rajdeep Dua 在云计算、大数据和机器学习领域拥有超过 18 年经验。他曾供职于 Google 的大数据工具 BigQuery 团队，也曾在 VMware 旗下的 Greenplum 大数据平台推广团队担任开发人员。他还与一个团队紧密合作并致力于把 Spark 作为一个功能模块移植到 VMware 的公有云和私有云上。Rajdeep Dua 曾在印度一些声望较高的科技学校（海得拉巴国际教育学院、印度国际学校、德里国际教育研究所和浦那工程学院）负责 Spark 和大数据的教学工作。

目前，他在印度 Salesforce 公司领导开发者关系团队。他就 Salesforce 和 Apache Prediction IO 的机器学习库 Einstein 发布了很多博客和动手实验。

Rajdeep Dua 在 cluddatalab 上发布了很多关于大数据和 Spark 的课程。他还在海德拉巴的 W3C 会议上发布了 BigQuery 和 Google App Engine。他曾领导谷歌、VMware 和微软的开发者关系团队，并在云计算的数百个会议上发表过演讲。

Rajdeep Dua 对开源社区的贡献主要针对 Docker、Kubernetes、Android、OpenStack、预测 IO 和 cloudfoundry 项目。

本书献给我的父母。感谢我的妻子 Manjula 以及儿子 Navtej 和 Kairav 在我花时间写作本书的时候陪伴我。

ABOUT THE REVIEWER

审校者简介

Giancarlo Zaccone 拥有十多年管理科学和工业研究项目的经验。他曾在美国国家研究委员会 C.N.R 担任研究员，在那里他参与了与并行数值计算和科学可视化相关的项目。

目前，他是一家咨询公司的高级软件工程师，负责开发和测试太空与国防应用软件系统。

Giancarlo 拥有那不勒斯费德里克二世的物理学硕士学位和罗马大学的二级科学计算硕士学位。

他是以下 Packt 出版书籍的作者：《Python Parallel Programming Cookbook》《Getting Started with TensorFlow》和《Deep Learning with TensorFlow》。

可以通过 <https://it.linkedin.com/in/giancarlozaccone> 联系他。

前 言

如果你意识到到处都有围绕机器学习、人工智能或深度学习等术语的讨论，你可能会知道什么是神经网络。想知道如何利用它们有效地解决复杂的计算问题，或者怎样训练有效的神经网络？本书将教你所有这些以及更多的事情。

首先快速浏览流行的 TensorFlow 库，并了解如何用它训练不同的神经网络。之后你将深入了解神经网络的基础知识和它背后的数学原理，以及为什么选择 TensorFlow 训练神经网络。然后，你将实现一个简单的前馈神经网络。接下来，你将掌握使用 TensorFlow 进行神经网络优化的技术和算法。更进一步，你将学习如何实现一些更复杂的神经网络，如卷积神经网络（CNN）、递归神经网络（RNN）和深度信念网络（DBN）。在学习本书的过程中，为了使你对神经网络编程有深切的理解，将在真实世界的数据集上训练模型。你还将训练生成模型，并学习自编码器的应用。

在本书的最后，你将对如何利用 TensorFlow 的强大功能来训练各种复杂的神经网络有一个正确的理解，而不会有任何困惑。

本书内容

第 1 章介绍神经网络中基本的代数知识、概率论和优化方法。

第 2 章介绍感知机、神经元和前馈神经网络的基础知识。你还将学习各种模型学习的技巧，并主要学习称为反向传播的核心学习算法。

第3章介绍对神经网络学习至关重要的优化方法。

第4章详细讨论 CNN 算法。CNN 及其在不同数据类型中的应用也包含在该章中。

第5章详细介绍 RNN 算法。RNN 及其在不同数据类型中的应用也包括在该章中。

第6章介绍生成模型的基础知识以及不同的生成模型。

第7章包括深度信念网络的基础知识、它们与传统神经网络的区别以及它们的实现。

第8章介绍最近处在生成模型前沿的自编码器。

第9章讨论深度学习当前和未来的具体研究内容，并包括一个参考文献。

第10章讨论 TensorFlow 的环境配置、TensorFlow 与 Numpy 的比较以及自动微分的概念。

准备工作

本书将指导你完成所有书中例子所需工具的安装：

❑ Python3.4 或更高版本。

❑ TensorFlow 1.4 或更高版本。

读者对象

本书适合希望使用神经网络的拥有统计背景的开发人员。虽然我们将使用 TensorFlow 作为神经网络的基础库，但本书可以作为从深度学习数学理论向实际应用转化的通用资源。如果你对 TensorFlow 和 Python 有一些了解并希望知道比 API 更底层的一些情况，本书会很适合你。

本书约定



表示警告或重要的注意事项。



表示提示和技巧。

下载示例代码及彩色图片

本书的示例代码及所有截图和样图，可以从 <http://www.packtpub.com> 通过个人账户下载，也可以访问华章图书官网 <http://www.hzbook.com>，通过注册并登录个人账户下载。

CONTENTS

目 录

译者序

作者简介

审校者简介

前言

第 1 章 神经网络的数学原理 1

1.1 理解线性代数 1

1.1.1 环境设置 2

1.1.2 线性代数的数据结构 3

1.1.3 线性代数运算 4

1.1.4 求解线性方程 9

1.1.5 奇异值分解 11

1.1.6 特征值分解 14

1.1.7 主成分分析 14

1.2 微积分 15

1.2.1 梯度 16

1.2.2 Hessian 矩阵 23

1.2.3 行列式 24

1.3 最优化 25

1.4 总结 28

第 2 章 深度前馈神经网络 29

2.1 定义前馈神经网络 29

2.2 理解反向传播 30

2.3 在 TensorFlow 中实现前馈神经网络 31

2.4 分析 Iris 数据集 34

2.5 使用前馈网络进行图像分类 40

2.6 总结 54

第 3 章 神经网络的优化 55

3.1 什么是优化 55

3.2 优化器的类型 56

3.3 梯度下降 57

3.3.1 梯度下降的变体 58

3.3.2 优化梯度下降的算法 59

3.4 优化器的选择 61

3.5 总结 64

第 4 章 卷积神经网络 65

4.1 卷积神经网络概述和直观理解 66

4.1.1 单个卷积层的计算 66

4.1.2 TensorFlow 中的 CNN 70

4.2 卷积操作	72	第 7 章 深度信念网络	153
4.2.1 对图像进行卷积	73	7.1 理解深度信念网络	154
4.2.2 步长	75	7.2 训练模型	161
4.3 池化	76	7.3 标签预测	162
4.3.1 最大池化	77	7.4 探索模型的准确度	162
4.3.2 示例代码	78	7.5 DBN 在 MNIST 数据集上的应用	163
4.4 使用卷积网络进行图像分类	80	7.5.1 加载数据集	163
4.5 总结	102	7.5.2 具有 256 个神经元的 RBM 层的 DBN 的输入参数	163
第 5 章 递归神经网络	103	7.5.3 具有 256 个神经元的 RBM 层的 DBN 的输出	165
5.1 递归神经网络介绍	103	7.6 DBN 中 RBM 层的神经元数量的 影响	165
5.1.1 RNN 实现	105	7.6.1 具有 512 个神经元的 RBM 层	165
5.1.2 TensorFlow RNN 实现	110	7.6.2 具有 128 个神经元的 RBM 层	166
5.2 长短期记忆网络简介	114	7.6.3 准确度指标对比	166
5.2.1 LSTM 的生命周期	115	7.7 具有两个 RBM 层的 DBN	167
5.2.2 LSTM 实现	117	7.8 用 DBN 对 NotMNIST 数据集 进行分类	169
5.3 情感分析	122	7.9 总结	172
5.3.1 词嵌入	122	第 8 章 自编码器	173
5.3.2 使用 RNN 进行情感 分析	128	8.1 自编码算法	174
5.4 总结	134	8.2 欠完备自编码器	175
第 6 章 生成模型	135	8.3 数据集	175
6.1 生成模型简介	135	8.4 基本自编码器	177
6.1.1 判别模型对生成模型	136	8.4.1 自编码器的初始化	177
6.1.2 生成模型的类型	137	8.4.2 AutoEncoder 类	178
6.2 GAN	140		
6.2.1 GAN 示例	141		
6.2.2 GAN 的种类	150		
6.3 总结	152		

8.4.3	应用于 MNIST 数据集的基本自编码器	180	9.1.2	过拟合解决方案	202
8.4.4	基本自编码器的完整代码	184	9.1.3	影响效果	203
8.4.5	基本自编码器小结	186	9.2	使用神经网络进行大规模视频处理	204
8.5	加性高斯噪声自编码器	186	9.2.1	分辨率改进方案	204
8.5.1	自编码器类	187	9.2.2	特征直方图基线	205
8.5.2	应用于 MNIST 数据集的加性高斯自编码器	188	9.2.3	定量结果	205
8.5.3	绘制重建的图像	191	9.3	使用双分支互向神经网络进行命名实体识别	206
8.5.4	加性高斯自编码器的完整代码	192	9.3.1	命名实体识别的例子	206
8.5.5	比较基本自编码器和加性高斯噪声自编码器	193	9.3.2	定义 Twinet	207
8.5.6	加性高斯噪声自编码器小结	194	9.3.3	结果	208
8.6	稀疏自编码器	194	9.4	双向递归神经网络	208
8.6.1	KL 散度	194	9.5	总结	209
8.6.2	稀疏自编码器的完整代码	196	第 10 章	开始使用 TensorFlow	211
8.6.3	应用于 MNIST 数据集的稀疏自编码器	198	10.1	环境搭建	211
8.6.4	比较稀疏自编码器和加性高斯噪声自编码器	200	10.2	比较 TensorFlow 和 Numpy	212
8.7	总结	200	10.3	计算图	213
第 9 章	神经网络研究	201	10.3.1	图	213
9.1	神经网络中避免过拟合	201	10.3.2	会话对象	214
9.1.1	过拟合问题阐述	201	10.3.3	变量	215
			10.3.4	域	216
			10.3.5	数据输入	217
			10.3.6	占位符和输入字典	217
			10.4	自动微分	218
			10.5	TensorBoard	219

CHAPTER 1

第 1 章

神经网络的数学原理

神经网络使用者需要对神经网络的概念、算法和背后的数学知识有一个良好的理解。良好的数学直觉和多种技术的理解对于掌握算法的内在机制和获得良好模型效果是必需的。理解这些技术所需的数学知识和数学水平涉及多个方面，这也取决于你的兴趣。在本章中，你将通过了解用于解决复杂计算问题的数学知识来学习神经网络。本章内容涵盖了线性代数、微积分和神经网络优化的基础知识。

本章的主要目的是为接下来的章节建立数学基础。

本章将介绍以下内容：

- 线性代数。
- 微积分。
- 最优化。

1.1 理解线性代数

线性代数是数学的一个重要分支。理解线性代数对于深度学习（即神经网络）至关重要。在本章中，我们将学习线性代数的关键和基础知识点。线性代数主要处理线性方程组。我们从使用矩阵和向量开始，而非标量。使用线性代数，我们能在深度学习中描述复杂的操作。

1.1.1 环境设置

在进入数学及其性质的领域之前，构建开发环境必不可少，因为它将为我们提供环境来实践我们所学的概念知识。这意味着我们需要安装编译器及其依赖和 IDE（集成开发环境）来运行代码。

在 PyCharm 中设置 Python 环境

我们最好使用像 PyCharm 这样的 IDE 来编辑 Python 代码，因为它提供了开发工具和内置的编码帮助。代码检查使代码开发和调试更加简单快速，确保你专注于学习神经网络中的数学知识这个终极目标。

以下步骤将展示如何在 PyCharm 中设置本地 Python 环境：

1) 请先到 Preferences 中确认你已经安装了 TensorFlow 库，如果没有安装，请参考 <https://www.tensorflow.org/install/> 上的说明安装 TensorFlow：

