

TensorFlow

机器学习项目实战

Building Machine Learning Projects
with TensorFlow

通过项目实战，从复杂数据获得更强的洞察力

[阿根廷] Rodolfo Bonnin 著

姚鹏鹏 译



TensorFlow

机器学习项目实战

Building Machine Learning Projects
with TensorFlow



[阿根廷] Rodolfo Bonnin 著

姚鹏鹏 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

TensorFlow机器学习项目实战 / (阿根廷) 鲁道夫·保林 (Rodolfo Bonnin) 著; 姚鹏鹏译. -- 北京: 人民邮电出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-115-46362-3

I. ①T… II. ①鲁… ②姚… III. ①人工智能—算法—研究 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第218220号

版权声明

Copyright ©2016 Packt Publishing. First published in the English language under the title Building Machine Learning Projects with TensorFlow.

All rights reserved.

本书由英国 Packt Publishing 公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的任何部分不得以任何方式或任何手段复制和传播。

版权所有, 侵权必究。

-
- ◆ 著 [阿根廷] Rodolfo Bonnin
 - 译 姚鹏鹏
 - 责任编辑 陈冀康
 - 责任印制 焦志炜

 - ◆ 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>
北京鑫正大印刷有限公司印刷

 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 12.75
字数: 245 千字 2017 年 11 月第 1 版
印数: 1-2 400 册 2017 年 11 月北京第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2017-1468 号
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 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

内容提要

TensorFlow 是 Google 所主导的机器学习框架，也是机器学习领域研究和应用的热门对象。

本书主要介绍如何使用 TensorFlow 库实现各种各样的模型，旨在降低学习门槛，并为读者解决问题提供详细的方法和指导。全书共 10 章，分别介绍了 TensorFlow 基础知识、聚类、线性回归、逻辑回归、不同的神经网络、规模化运行模型以及库的应用技巧。

本书适合想要学习和了解 TensorFlow 和机器学习的读者阅读参考。如果读者具备一定的 C++ 和 Python 的经验，将能够更加轻松地阅读和学习本书。

作者简介

Rodolfo Bonnin 是一名系统工程师，同时也是阿根廷国立理工大学的博士生。他还在德国斯图加特大学进修过并行编程和图像理解的研究生课程。

他从 2005 年开始研究高性能计算，并在 2008 年开始研究和实现卷积神经网络，编写过一个同时支持 CPU 和 GPU 的神经网络前馈部分。最近，他一直在进行使用神经网络进行欺诈模式检测的工作，目前正在使用 ML 技术进行信号分类。

感谢我的妻子和孩子们，尤其感谢他们在我写这本书时表现出的耐心。感谢本书的审稿人，他们让这项工作更专业化。感谢 Marcos Boaglio，他安装调试了设备，以使我能完成这本书。

审稿人简介

Niko Gamulin 是 CloudMondo 的高级软件工程师，CloudMondo 是美国的一家创业公司，在那里他开发并实现了系统的预测行为模型。他曾开发过深度学习模型，用于满足各种应用。2015 年他从卢布尔雅那大学获得电气工程博士学位。他的研究集中在创建流失预测的机器学习模型。

我要感谢我最棒的女儿 Agata，她激励我更多地了解、学习这一过程。同时也要感谢 Ana，她是世界上最好的妻子。

前言

近年来，机器学习已经从科学和理论专家的技术资产转变为 IT 领域大多数大型企业日常运营中的常见主题。

这种现象开始于可用数据量的爆炸：从 2005 年到 2011 年，出现了多种廉价的数据捕获设备（具有集成 GPS、数百万像素相机和重力传感器的手机）以及普及的新型高维数据捕获装置（3D LIDAR 和光学系统，IOT 设备的爆炸等），它们使得访问前所未有的大量信息成为了可能。

此外，在硬件领域，摩尔定律的尽头已经近在咫尺，于是促使大量并行设备的开发，这让用于训练同一模型的数据能够成倍增长。

硬件和数据可用性方面的进步使研究人员能够重新审视先驱者基于视觉的神经网络架构（卷积神经网络等）的工作，将它们用于许多新的问题。这都归功于具备普遍可用性的数据以及强悍的计算能力。

为了解决这些新的问题，机器学习的从业者，创建了许多优秀的机器学习包，如 Keras、Scikyt-learn、Theano、Caffe 和 Torch。它们每个都拥有一个特定的愿景来定义、训练和执行机器学习模型。

2015 年 11 月 9 日，Google 公司进入了机器学习领域，决定开源自己的机器学习框架 TensorFlow，Google 内部许多项目都以此为基础。首次发布的是 0.5 版本，这与其他版本相比有一些缺点，这些在后面讨论。不能运行分布式模型就是其中很突出的一个缺点。

于是，这个小故事带我们来到了今天，TensorFlow 成为了该领域开发人员的主要竞争对手之一。因为使用它的项目数量增加，对于任何数据科学的从业者来说，它作为一个工具箱的重要性正在逐步提高。

在本书中，我们将使用 TensorFlow 库实现各种各样的模型，旨在降低读者的学习门槛，并为解决问题提供详细的方法。

本书包含哪些内容

第 1 章，探索和转换数据，帮助读者理解 TensorFlow 应用程序的主要组件和其包含的主要的数据探索方法。

第 2 章，聚类，告诉你怎样定义相似性标准，并将数据元素分组为不同的类。

第 3 章，线性回归，帮助读者定义第一个数学模型来解释不同的现象。

第 4 章，逻辑回归，是用非常强大而简单的数学函数建模非线性现象的第一步。

第 5 章，简单的前向神经网络，帮助你理解主要组件和神经网络的机制。

第 6 章，卷积神经网络，解释了最近重新发现的一组特殊网络的功能和实际应用。

第 7 章，循环神经网络和 LSTM，详细地解释了这个对时序数据非常有用的框架。

第 8 章，深度神经网络，提供混合类型神经网络的最新发展的概述。

第 9 章，规模化运行模型——GPU 和服务，解释怎样通过将工作划分为协调单元来解决更复杂的问题。

第 10 章，库的安装和其他技巧，涵盖在 Linux、Windows 和 Mac 架构上安装 TensorFlow 的流程，并向你介绍一些有用的代码技巧，可以简化日常任务。

读这本书你需要什么

软件需求（包括版本）	硬件规格	操作系统需求
TensorFlow 1.0, Jupyter Notebook	任何 x86 电脑	Ubuntu Linux 16.04

本书目标读者

本书面向希望机器学习任务的结果更快、更高效的数据分析师、数据科学家和研究人员。对于那些想要寻找一个用 TensorFlow 进行复杂数值计算的清晰指南的人来说，他们会发现本书非常有用。本书也适用于想要在各种场景中应用 TensorFlow 的开发人员。本书期望读者有一些 C++ 和 Python 的经验。

约定

在本书中，你会发现一些不同的文本样式，用以区别不同类型的信息。下面举例说明。正文中的代码段、数据库表名、文件夹名称、文件名、文件扩展名、路径名、虚拟 URL、用户输入和 Twitter 句柄如下所示：“我们可以通过使用 `include` 指令包括其他上下文。”

代码段的格式如下：

```
>>> import tensorflow as tf
>>> tens1 = tf.constant([[[1,2],[2,3]],[[3,4],[5,6]])]
>>> print sess.run(tens1)[1,1,0]
5
```

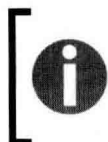
当我们想提醒你注意代码块的特定部分时，相关的行或部分会加粗显示：

```
>>> import tensorflow as tf
>>> tens1 = tf.constant([[[1,2],[2,3]],[[3,4],[5,6]])]
>>> print sess.run(tens1)[1,1,0]
5
```

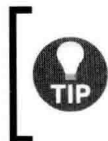
命令行输入写成如下的形式：

```
# cp /usr/src/asterisk-addons/configs/cdr_mysql.conf.sample
   /etc/asterisk/cdr_mysql.conf
```

新术语和重要词语以粗体显示。例如，你在屏幕上看到的字，在菜单栏或对话框中，出现在文本中，如下所示：“单击**下一步**按钮可以转到下一个界面。”



这个图标表示警告或需要特别注意的内容。



这个图标表示提示或者技巧。

读者反馈

欢迎提出反馈。如果你对本书有任何想法，喜欢它什么，不喜欢它什么，请让我们知道。要写出真正对大家有帮助的书，了解读者的反馈很重要。

一般的反馈，请发送电子邮件至 feedback@packtpub.com，并在邮件主题中包含书名。

如果你有某个主题的专业知识，并且有兴趣写成或帮助促成一本书，请参考我们的作者指南 <http://www.packtpub.com/authors>。

客户支持

现在，你是一位自豪的 Packt 图书的读者，我们会尽全力帮你充分利用你手中的书。

下载示例代码

你可以从异步社区 (www.epubit.com.cn) 下载本书最新版的示例代码。

当你下载完之后，请确保你使用如下最新版的软件来解压该文件：

- WinRAR / 7-Zip for Windows;
- Zipeg / iZip / UnRarX for Mac;
- 7-Zip / PeaZip for Linux。

本书的代码同时维护于 GitHub 上 <https://github.com/PacktPublishing/Building-Machine-Learning-Projects-with-TensorFlow>。我们在 <https://github.com/PacktPublishing/>上维护了很多数据的代码和视频。欢迎查看！

勘误

虽然我们已尽力确保本书内容正确，但错误仍旧在所难免。如果你在我国的书中发现错误，不管是文本还是代码，希望能告知我们，我们不胜感激。这样做可以减少其他读者的困扰，帮助我们改进本书的后续版本。如果你发现任何错误，请访问 <http://www.packtpub.com/submit-errata> 提交，选择你的书，单击勘误表提交表单的链接，并输入详细说明。勘误一经核实，你的提交将被接受，此勘误将被上传到本公司网站或添加到现有勘误表。从 <http://www.packtpub.com/support> 选择书名就可以查看现有的勘误表。

如果想要查看已经提交的勘误表，请登录 <https://www.packtpub.com/books/content/support> 并在搜索框中输入书名，你所查找的信息就会显示在 Errata 部分了。

侵权行为

互联网上的盗版是所有媒体都要面对的问题。Packt 非常重视保护版权和许可证。如果你发现我们的作品在互联网上被非法复制，不管以什么形式，都请立即为我们提供位置地址或网站名称，以便我们可以寻求补救。

请把可疑盗版材料的链接发到 copyright@packtpub.com。非常感谢你帮助我们保护作者，以及保护我们给你带来有价值内容的能力。

问题

如果你对本书内容存有疑问，不管是哪个方面，都可以通过 questions@packtpub.com 联系我们，我们将尽最大努力来解决。

欢迎来到异步社区！

异步社区的来历

异步社区 (www.epubit.com.cn) 是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书旗舰社区，于 2015 年 8 月上线运营。

异步社区依托于人民邮电出版社 20 余年的 IT 专业优质出版资源和编辑策划团队，打造传统出版与电子出版和自出版结合、纸质书与电子书结合、传统印刷与 POD 按需印刷结合的出版平台，提供最新技术资讯，为作者和读者打造交流互动的平台。



社区里都有什么？

购买图书

我们出版的图书涵盖主流 IT 技术，在编程语言、Web 技术、数据科学等领域有众多经典畅销图书。社区现已上线图书 1000 余种，电子书 400 多种，部分新书实现纸书、电子书同步出版。我们还会定期发布新书书讯。

下载资源

社区内提供随书附赠的资源，如书中的案例或程序源代码。

另外，社区还提供了大量的免费电子书，只要注册成为社区用户就可以免费下载。

与译者互动

很多图书的译者已经入驻社区，您可以关注他们，咨询技术问题；可以阅读不断更新的技术文章，听译者和编辑畅聊好书背后有趣的故事；还可以参与社区的作者访谈栏目，向您关注的作者提出采访题目。

灵活优惠的购书

您可以方便地下单购买纸质图书或电子图书，纸质图书直接从人民邮电出版社书库发货，电子书提供多种阅读格式。

对于重磅新书，社区提供预售和新书首发服务，用户可以第一时间买到心仪的新书。

用户账户中的积分可以用于购书优惠。100 积分 = 1 元，购买图书时，在 使用积分 里填入可使用的积分数值，即可扣减相应金额。

特别优惠

购买本书的读者专享异步社区购书优惠券。

使用方法：注册成为社区用户，在下单购书时输入 **S4XC5** **使用优惠券**，然后点击“使用优惠券”，即可在原折扣基础上享受全单9折优惠。（订单满39元即可使用，本优惠券只能使用一次）

纸电图书组合购买

社区独家提供纸质图书和电子书组合购买方式，价格优惠，一次购买，多种阅读选择。



社区里还可以做什么？

提交勘误

您可以在图书页面下方提交勘误，每条勘误被确认后可以获得100积分。热心勘误的读者还有机会参与书稿的审校和翻译工作。

写作

社区提供基于Markdown的写作环境，喜欢写作的您可以在这里一试身手，在社区里分享您的技术心得和读书体会，更可以体验自出版的乐趣，轻松实现出版梦想。

如果成为社区认证译者，还可以享受异步社区提供的作者专享特色服务。

会议活动早知道

您可以掌握IT圈的技术会议资讯，更有机会免费获赠大会门票。

加入异步

扫描任意二维码都能找到我们：



异步社区



微信服务号



微信订阅号



官方微博



QQ群：436746675

社区网址：www.epubit.com.cn

投稿 & 咨询：contact@epubit.com.cn

目录

第 1 章 探索和转换数据	1
1.1 TensorFlow 的主要数据结构——张量	1
1.1.1 张量的属性——阶、形状和类型	1
1.1.2 创建新的张量	3
1.1.3 动手工作——与 TensorFlow 交互	4
1.2 处理计算工作流——TensorFlow 的数据流图	5
1.2.1 建立计算图	5
1.2.2 数据供给	6
1.2.3 变量	6
1.2.4 保存数据流图	6
1.3 运行我们的程序——会话	8
1.4 基本张量方法	8
1.4.1 简单矩阵运算	8
1.4.2 序列	11
1.4.3 张量形状变换	12
1.4.4 数据流结构和结果可视化——TensorBoard	14
1.5 从磁盘读取信息	18
1.5.1 列表格式——CSV	18
1.5.2 读取图像数据	19
1.5.3 加载和处理图像	20
1.5.4 读取标准 TensorFlow 格式	21
1.6 小结	21
第 2 章 聚类	22
2.1 从数据中学习——无监督学习	22
2.2 聚类的概念	22
2.3 k 均值	23
2.3.1 k 均值的机制	23
2.3.2 算法迭代判据	23
2.3.3 k 均值算法拆解	24
2.3.4 k 均值的优缺点	25
2.4 k 最近邻	25
2.4.1 k 最近邻算法的机制	26
2.4.2 k-nn 的优点和缺点	26
2.5 有用的库和使用示例	27
2.5.1 matplotlib 绘图库	27
2.5.2 scikit-learn 数据集模块	28
2.5.3 人工数据集类型	28
2.6 例 1——对人工数据集的 k 均值聚类	29
2.6.1 数据集描述和加载	29
2.6.2 模型架构	30
2.6.3 损失函数描述和优化循环	31
2.6.4 停止条件	31

2.6.5 结果描述	31	3.6.4 模型结构	53
2.6.6 每次迭代中的质心变化	32	3.6.5 损失函数和 Optimizer	54
2.6.7 完整源代码	32	3.6.6 停止条件	55
2.6.8 k 均值用于环状数据集	34	3.6.7 结果描述	55
2.7 例 2——对人工数据集使用最近 邻算法	36	3.6.8 完整源代码	56
2.7.1 数据集生成	36	3.7 小结	57
2.7.2 模型结构	36	第 4 章 逻辑回归	58
2.7.3 损失函数描述	37	4.1 问题描述	58
2.7.4 停止条件	37	4.2 Logistic 函数的逆函数——Logit 函数	59
2.7.5 结果描述	37	4.2.1 伯努利分布	59
2.7.6 完整源代码	37	4.2.2 联系函数	60
2.8 小结	39	4.2.3 Logit 函数	60
第 3 章 线性回归	40	4.2.4 对数几率函数的逆函数—— Logistic 函数	60
3.1 单变量线性模型方程	40	4.2.5 多类分类应用——Softmax 回归	62
3.2 选择损失函数	41	4.3 例 1——单变量逻辑回归	64
3.3 最小化损失函数	42	4.3.1 有用的库和方法	64
3.3.1 最小方差的全局最小值	42	4.3.2 数据集描述和加载	65
3.3.2 迭代方法：梯度下降	42	4.3.3 模型结构	67
3.4 示例部分	43	4.3.4 损失函数描述和优化器 循环	67
3.4.1 TensorFlow 中的优化方法—— 训练模块	43	4.3.5 停止条件	68
3.4.2 tf.train.Optimizer 类	43	4.3.6 结果描述	68
3.4.3 其他 Optimizer 实例类型	44	4.3.7 完整源代码	69
3.5 例 1——单变量线性回归	44	4.3.8 图像化表示	71
3.5.1 数据集描述	45	4.4 例 2——基于 skflow 单变量逻辑 回归	72
3.5.2 模型结构	45	4.4.1 有用的库和方法	72
3.5.3 损失函数描述和 Optimizer	46	4.4.2 数据集描述	72
3.5.4 停止条件	48	4.4.3 模型结构	72
3.5.5 结果描述	48	4.4.4 结果描述	73
3.5.6 完整源代码	49	4.4.5 完整源代码	74
3.6 例 2——多变量线性回归	51	4.5 小结	74
3.6.1 有用的库和方法	51		
3.6.2 Pandas 库	51		
3.6.3 数据集描述	51		

第 5 章 简单的前向神经网络	75	第 6 章 卷积神经网络	90
5.1 基本概念	75	6.1 卷积神经网络的起源	90
5.1.1 人工神经元	75	6.1.1 卷积初探	90
5.1.2 神经网络层	76	6.1.2 降采样操作——池化	95
5.1.3 有用的库和方法	78	6.1.3 提高效率——dropout 操作	98
5.2 例 1——非线性模拟数据 回归	79	6.1.4 卷积类型层构建办法	99
5.2.1 数据集描述和加载	79	6.2 例 1——MNIST 数字分类	100
5.2.2 数据集预处理	80	6.2.1 数据集描述和加载	100
5.2.3 模型结构——损失函数 描述	80	6.2.2 数据预处理	102
5.2.4 损失函数优化器	80	6.2.3 模型结构	102
5.2.5 准确度和收敛测试	80	6.2.4 损失函数描述	103
5.2.6 完整源代码	80	6.2.5 损失函数优化器	103
5.2.7 结果描述	81	6.2.6 准确性测试	103
5.3 例 2——通过非线性回归, 对 汽车燃料效率建模	82	6.2.7 结果描述	103
5.3.1 数据集描述和加载	82	6.2.8 完整源代码	104
5.3.2 数据预处理	83	6.3 例 2——CIFAR10 数据集的图像 分类	106
5.3.3 模型架构	83	6.3.1 数据集描述和加载	107
5.3.4 准确度测试	84	6.3.2 数据集预处理	107
5.3.5 结果描述	84	6.3.3 模型结构	108
5.3.6 完整源代码	84	6.3.4 损失函数描述和 优化器	108
5.4 例 3——多类分类: 葡萄酒 分类	86	6.3.5 训练和准确性测试	108
5.4.1 数据集描述和 加载	86	6.3.6 结果描述	108
5.4.2 数据集预处理	86	6.3.7 完整源代码	109
5.4.3 模型架构	87	6.4 小结	110
5.4.4 损失函数描述	87	第 7 章 循环神经网络和 LSTM	111
5.4.5 损失函数优化器	87	7.1 循环神经网络	111
5.4.6 收敛性测试	88	7.1.1 梯度爆炸和梯度消失	112
5.4.7 结果描述	88	7.1.2 LSTM 神经网络	112
5.4.8 完整源代码	88	7.1.3 其他 RNN 结构	116
5.5 小结	89	7.1.4 TensorFlow LSTM 有用的类和 方法	116

7.2 例 1——能量消耗、单变量时间序列数据预测	117	结构	143
7.2.1 数据集描述和加载	117	8.3 例子——VGG 艺术风格转移	143
7.2.2 数据预处理	118	8.3.1 有用的库和方法	143
7.2.3 模型结构	119	8.3.2 数据集描述和加载	143
7.2.4 损失函数描述	121	8.3.3 数据集预处理	144
7.2.5 收敛检测	121	8.3.4 模型结构	144
7.2.6 结果描述	122	8.3.5 损失函数	144
7.2.7 完整源代码	122	8.3.6 收敛性测试	145
7.3 例 2——创作巴赫风格的曲目	125	8.3.7 程序执行	145
7.3.1 字符级模型	125	8.3.8 完整源代码	146
7.3.2 字符串序列和概率表示	126	8.4 小结	153
7.3.3 使用字符对音乐编码——ABC 音乐格式	126	第 9 章 规模化运行模型——GPU 和服务	154
7.3.4 有用的库和方法	128	9.1 TensorFlow 中的 GPU 支持	154
7.3.5 数据集描述和加载	129	9.2 打印可用资源和设备参数	155
7.3.6 网络训练	129	9.2.1 计算能力查询	155
7.3.7 数据集预处理	130	9.2.2 选择 CPU 用于计算	156
7.3.8 损失函数描述	131	9.2.3 设备名称	156
7.3.9 停止条件	131	9.3 例 1——将一个操作指派给 GPU	156
7.3.10 结果描述	131	9.4 例 2——并行计算 Pi 的数值	157
7.3.11 完整源代码	132	9.4.1 实现方法	158
7.4 小结	137	9.4.2 源代码	158
第 8 章 深度神经网络	138	9.5 分布式 TensorFlow	159
8.1 深度神经网络的定义	138	9.5.1 分布式计算组件	159
8.2 深度网络结构的历史变迁	138	9.5.2 创建 TensorFlow 集群	160
8.2.1 LeNet 5	138	9.5.3 集群操作——发送计算方法到任务	161
8.2.2 Alexnet	139	9.5.4 分布式编码结构示例	162
8.2.3 VGG 模型	139	9.6 例 3——分布式 Pi 计算	163
8.2.4 第一代 Inception 模型	140	9.6.1 服务器端脚本	163
8.2.5 第二代 Inception 模型	141	9.6.2 客户端脚本	164
8.2.6 第三代 Inception 模型	141	9.7 例 4——在集群上运行分布式模型	165
8.2.7 残差网络 (ResNet)	142	9.8 小结	168
8.2.8 其他的深度神经网络			