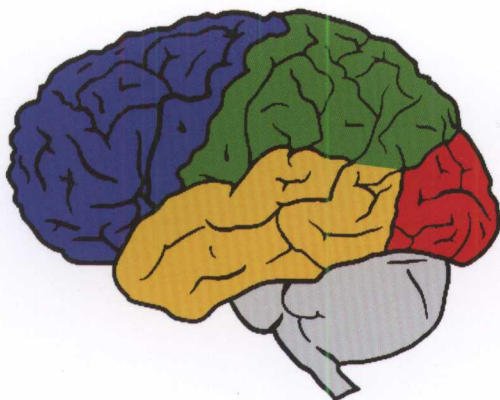


版权注意事项：

- 1、书籍版权归作者和出版社所有
- 2、本PDF仅限用于个人获取知识，进行私底下的知识交流
- 3、PDF获得者不得在互联网上以任何目的进行传播
- 4、如觉得书籍内容很赞，请购买正版实体书，支持作者
- 5、请于下载PDF后24小时内删除本PDF。

通过TensorFlow图像处理，全面掌握深度学习模型及应用

- ❖ 全面深入讲解反馈神经网络和卷积神经网络理论体系
- ❖ 结合深度学习实际案例的实现，掌握TensorFlow程序设计方法和技巧
- ❖ 着重深度学习实际应用程序开发能力和解决问题能力的培养



TensorFlow Deep Learning Practice

TensorFlow

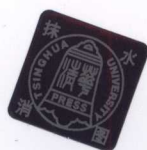
深度学习应用实践

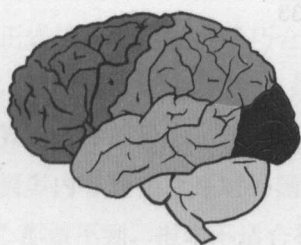
王晓华 著



本书示例
源代码

清华大学出版社





TensorFlow

深度学习应用实践

王晓华 著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书总的指导思想是在掌握深度学习的基本知识和特性的基础上,培养使用 TensorFlow 进行实际编程以解决图像处理相关问题的能力。全书力求深入浅出,通过通俗易懂的语言和详细的程序分析,介绍 TensorFlow 的基本用法、高级模型设计和对应的程序编写。

本书共 22 章,内容包括 Python 类库的安装和使用、TensorFlow 基本数据结构和使用、TensorFlow 数据集的创建与读取、人工神经网络、反馈神经网络、全卷积神经网络的理论基础、深度学习模型的创建、模型的特性、算法、ResNet、Slim、GAN 等。本书强调理论联系实际,重点介绍 TensorFlow 编程解决图像识别的应用,提供了大量数据集,并以代码的形式实现了深度学习模型,以供读者参考。

本书既可作为学习人工神经网络、深度学习、TensorFlow 程序设计以及图像处理等相关内容的程序设计人员培训和自学用书,也可作为高等院校和培训机构相关专业的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

TensorFlow 深度学习应用实践 / 王晓华著. — 北京:清华大学出版社,2018

ISBN 978-7-302-48795-1

I. ①T… II. ①王… 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 272621 号

责任编辑:夏毓彦

封面设计:王翔

责任校对:闫秀华

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm

印 张:29.75

彩 插:1

字 数:761 千字

版 次:2018 年 1 月第 1 版

印 次:2018 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3500

定 价:89.00 元

产品编号:076720-01

推荐序

第一次见王晓华是他来我这里做培训，我正好路过门口，听见教室里笑声震天，就好奇地伸头进去看看。一个胖胖的男孩在给一群我们新招的工作人员做培训，好像是在讲代码方面的问题。可以看得出他讲得非常好，底下的听讲者都在抬起头认真听他讲课。要知道其中不乏有清华、北大的佼佼者，而他，却能够轻车熟路地引导他们的思路，驾驭整个课堂。

后来正式认识他也是机缘巧合，一位计算机专业的老同事问我有没有兴趣审阅一本云计算方面的书，当时云计算正好是 IT 热点，我也想乘此机会做一个了解，就欣然答应。因为我平常也做计算机方面的教学工作，对于教材好坏的敏感性是非常强烈的。有些书虽然署名是中国人，但是很多内容直接就是对外国教材的翻译，既然翻译就要做到“信达雅”，而往往连最基本的“信”都做不到，根本不适合初学者或者学生使用。因此当刚拿到这本书的初稿时，我也有疑虑——是不是又是一本翻译的书，他写的书我是不是能看懂。抱着这些疑虑，我翻开书稿的第一页，从前言开始，逐渐向我们展示了云计算编程中一个美丽而神秘的世界。全书使用浅显易懂的语句，对每个知识点进行重点分析，同时列举了大量的编程实例，向读者讲解每个类、每个语句的用法，还特别细心地对每条代码做出注释。其用心之严密，着实让人感叹。

后来我们正式见面于南京工业大学的怡园，那天我记得很清楚，外面细雨打着蕉叶，我品着绿茶慢慢地陷入沉思。一声“殷老师”将我从思索的世界拉回现实。面前站立着一个戴着眼镜，略微显得羞涩而紧张的男孩，从他那胖胖的身形，我依稀觉得在哪见过。“哦，你就是王晓华。”“嗯，是的，我是王晓华，感谢您抽时间给我审稿。”他首先向我表示感谢。我突然感觉有点不好意思，因为其实我也不是太懂，部分是出于学习的目的审阅此书，而此时这个年轻人一口一个殷老师地叫着，谦虚得很。

此次见面，我们交谈甚欢，从云计算谈起，谈到了 TensorFlow 的开源，谈到了深度学习对商业领域产生的影响和其中蕴含的商机，又谈到了人工智能会对未来社会带来的变革。他一改初见我时青涩稚嫩的形象，侃侃而谈。可以看得出他是对这行真正用心去了解的人，不由得对他刮目相看，并萌生了为其作序的想法。这也就是这篇序的来历。

说了那么多，下面介绍一下这本书吧。首先这本书是介绍人工智能和深度学习的。可能不少人和曾经的我一样有很多疑问，许多以前必须由人工完成的任务，人工神经网络能否为我们代劳？很多人不相信，直至神经网络真的做到了这一点。

人工智能在各个领域逐步深入人类社会,基于卷积神经网络的图像描述可以给每幅图片打上独特的标签,借助于循环神经网络的语音识别将推动物联网革命,人工智能绝对是一场深刻的革命,确实在改变我们的生活。虽然我在此仅仅提及了图像、语音和行为三个方面,但是对于人工智能的机会来说远不止这三个方面,在自然语言处理、生物技术等方面,人工智能也有很多东西可以做,这些领域都有创新正在发生,人工智能也可以更多地被应用到机器人的开发中。

我觉得,这本书是写给有志于深度学习的人看的,书中不仅有 TensorFlow 程序设计的方法介绍,更多的是传递作者对深度学习和人工智能未来发展的思考。我希望这本书能够将更多的有志之士带到这一条通向未来的辉煌之路上来,从而造就更多的人才。

南京工业大学 殷芳

前言

我们处于一个变革的时代！

给定一个物体，让一个3岁的小孩描述这个物体是什么，似乎是一件非常简单的事情。然而将同样的东西放在计算机面前，让它描述自己看到了什么，这在不久以前还是一件不可能的事。

让计算机学会“看”东西，这是一个专门的学科——计算机视觉所正在做的工作。借助于人工智能和深度学习的发展，近年来计算机视觉在研究上取得了重大突破。通过模拟生物视觉所构建的卷积神经网络模型在图像识别和分类上取得了非常好的效果。

而今，借助于深度学习的发展，使用人工智能去处理常规劳动、理解语音语义、帮助医学诊断和支持基础科研工作，这些曾经是梦想的东西似乎都在眼前。

写作本书的原因

TensorFlow 作为最新的、应用范围最为广泛的深度学习开源框架自然引起了广泛的关注，它吸引了大量程序设计和开发人员进行相关内容的开发与学习。掌握 TensorFlow 程序设计基本技能的程序设计人员成为当前各组织和单位热切寻求的热门人才。他们的主要工作就是利用获得的数据集设计不同的人工神经网络模型，利用神经网络强大的学习能力提取和挖掘数据集中包含的潜在信息，编写相应的 TensorFlow 程序对数据进行处理，对其价值进行进一步开发，为商业机会的获取、管理模式创新、决策的制定提供相应的支持。随着越来越多的组织、单位和行业对深度学习应用的重视，高层次的 TensorFlow 程序设计人员必将成为就业市场上紧缺的人才。

目前来说，TensorFlow 虽然被谷歌开源公布只有不到两年时间，但是其在工业、商业以及科学研究上的应用量很大，使之成为时下最热门的深度学习框架。由于国内翻译和知识传播的滞后性等多方面的原因，国内对这方面的介绍较为欠缺，缺少最新 TensorFlow 框架使用和设计的相关内容，从而造成了知识传播的延迟。学习是为了掌握新知识、获得新能力，不应是学习已经被摒弃的内容。

其次，与其他应用框架不同，TensorFlow 并不是一个简单的编程框架，深度学习也不是一个简简单单的名词，而是需要相关研究人员对隐藏在其代码背后的理论进行学习、掌握一定的数学知识和理论基础的。笔者具有长期一线理科理论教学基础，可以将其中的理论知识以非常浅显易懂的语言进行介绍和描述，这点是市面上的某些相关书籍所无法比拟的。

本书是为了满足广大 TensorFlow 程序设计和开发人员学习最新的 TensorFlow 程序代码要

求而出版的。本书对涉及的深度学习的结构与编程代码做了循序渐进的介绍与说明，以解决实际图像处理为依托，从理论开始介绍 TensorFlow 程序设计模式，多角度、多方面地对其中的原理和实现提供翔实的分析，并结合实际案例编写的应用程序设计，使读者能够在开发者的层面掌握 TensorFlow 程序设计方法和技巧，为开发出更强大的图像处理应用打下扎实的基础。

本书的优势

- 本书在方向上偏重于使用卷积神经网络以及其相关变化的模型，在 TensorFlow 框架上进行图像特征提取、图像识别以及具体应用，这在市面上鲜有涉及。
- 本书并非枯燥的理论讲解，而是大量最新文献的归纳总结。在这点上，本书与其他编程书籍有本质区别。本书的例子都是来自于现实世界中图像分辨和特征竞赛的优胜模型，通过介绍这些例子可以使读者更深一步地了解 and 掌握其内在的算法和本质。
- 本书作者有长期研究生和本科教学经验，通过通俗易懂的语言对全部内容进行讲解，深入浅出地介绍反馈神经网络和卷积神经网络理论体系的全部知识点，并在程序编写时使用官方推荐的 TensorFlow 最新框架进行程序设计，帮助读者更好地使用最新的模型框架，理解和掌握 TensorFlow 程序设计的精妙之处。
- 作者认为，掌握和使用深度学习的人才应在掌握基本知识和理论的基础上，重视实际应用程序开发能力和解决问题能力的培养。因此，本书结合作者在实际工作中遇到的大量实际案例进行分析，抽象化核心模型并给出具体解决方案，全部程序例题均提供了相应代码，以供读者学习。

本书的内容

本书共分为 22 章，所有代码均采用 Python 语言编写，这也是 TensorFlow 框架推荐使用语言。

第 1 章介绍深度学习的基本内容，初步介绍深度学习应用于计算机视觉和发展方向，介绍使用深度学习解决计算机视觉问题的应用前景，旨在说明使用深度学习和人工智能实现计算机视觉是未来的发展方向，也是必然趋势。

第 2 章介绍 Python 的安装和最常用的类库。Python 语言是易用性非常强的语言，可以很方便地将公式和愿景以代码的形式表达出来，而无须学习过多的编程知识。Python 专用类库 threading 并不常见，只是要为后文的数据读取和 TensorFlow 专用格式的生成打下基础。

第 3 章全面介绍机器学习的基本分类、算法和理论基础，这里介绍了不同的算法，例如回归算法和决策树算法的具体实现和应用。这些是深度学习的基础理论部分，通过这些向读者透彻而准确地展示深度学习的结构与应用，为更进一步掌握深度学习在计算机视觉中的应用打下扎实的基础。

第 4 章主要介绍 Python 语言的使用。通过介绍和实现不同的 Python 类库，帮助读者强化 Python 的编程能力、学习相应类库。这些都是在后文中反复使用的内容。同时借用掌握的知识学习数据的可视化展示技能。这项技能在数据分析中虽是基本技能，但具有非常重要的作用。

第 5~6 章是对 OpenCV 类库使用方法的介绍。本书以图像处理为重点,对图像数据的读取、编辑以及加工是本书的重中之重。OpenCV 是 Python 中专门用以对图像处理的类库,通过基础讲解和进阶介绍使读者掌握这个重要类库的使用。学会对图像的裁剪、变换和平移的代码编写。第 5 章以例子的形式对卷积核的基础内容做了一个介绍,并用 Python 语言实现了卷积核的功能。卷积核是本书中非常重要的基础部分,也是图像处理中非常重要的组成部分,通过编写相应的程序去实现卷积核对图像的处理、掌握和理解卷积神经网络有很大帮助。

第 7~8 章是 TensorFlow 的入门基础,通过一个娱乐性质的网站向读者展示 TensorFlow 的基本应用,用图形图像的方式演示神经网络进行类别分类的拟合过程,在娱乐的同时了解其背后的内容。

第 9 章是本书的一个重点,也是神经网络的基础内容。本章的反馈算法是解决神经网络计算量过大的里程碑算法。笔者通过详细认真的讲解,使用通俗易懂的语言对这个算法进行介绍,并通过独立编写代码的形式为读者实现这个神经网络中最重要的算法内容。本章的内容看起来不多,但是非常重要。

第 10 章对 TensorFlow 的数据输入输出做了详细的介绍。从读取 CSV 文件开始,到教会读者制作专用的 TensorFlow 数据格式 TFRecord,这在目前市面上的书籍中鲜有涉及。使用 TensorFlow 框架进行程序编写、数据的准备和规范化是重中之重,因此本章也是较为重要的一个章节。

第 11~12 章是应用卷积神经网络在 TensorFlow 框架上进行学习的一个基础教程,经过前面章节的准备和介绍,采用基本理论——卷积神经网络进行手写体的辨识是深度学习最基本的技能,也是非常重要的一个学习基础。并且在程序编写的过程中,作者向读者展示了参数调整对模型测试结果的重要作用。这是目前市面上相关书籍没有涉及到的内容,非常重要。

第 13~14 章是卷积神经网络算法的介绍和应用。在这两章内容中,笔者详细介绍卷积神经网络的应用,特别是在图像识别中的应用,由单纯的手写体数值的识别发展到对显示物体的识别。借助于图像识别比赛的数据集,使用在比赛中获奖的卷积神经网络模型,使读者掌握卷积神经网络的变种。卷积神经网络的理论基础就是卷积的正向和反向过程,一般正向过程较易理解和学习,但是对于反向运算,基本上没有涉及,有的话也仅仅是对公式的复制和摘抄。本书在 14 章中详细地介绍卷积神经网络反向过程的运算和计算方法,通过大量例子的表述,第一次非常详细地描述了卷积神经网络的反向运算。这是相关书籍中欠缺的内容。

第 15 章通过一个完整的例子演示使用卷积神经网络进行图像识别的流程。例子来自于 ImageNet 图像识别竞赛,所采用的模型也是比赛中获得准确率最高的模型。通过对项目每一步的详细分析,手把手地教会读者如何使用卷积神经网络进行图像识别。

第 16 章介绍 VGGNet 的组成结构,着重介绍 VGGNet 的网络调参以及在其后执行 Finetuning 的能力。本章将第 15 章的例子复用 VGG16 实现,给读者提供一个以不同的视角和不同的模型方法解决问题的思路。

第 17 章针对目前深度学习就业者给出的一些面试题的答案,这些问题可以帮助招聘者分析谁是高水平的面试者,也能帮助就业者完善自己的技术概念和知识,找准自己的定位,为将

来升职加薪铺平道路。

第 18 章介绍深度学习网络 ResNet 模型，它是在网络中使用大量残差模块作为网络的基本组成部分，主要作用是使得网络随着深度的变化增加，而不会产生权重衰减和梯度衰减或者消失等这些问题。除了 ResNet 模型，本章还介绍了新兴的卷积神经模型，包括 SqueezeNet 和 Xception。

第 19~20 章开始进入 TensorFlow 学习的高级阶段，重点介绍的是一个 API——Slim，它是一个用于定义、训练和评估较为复杂模型的轻量级开发类库。这两章不光介绍了它的使用方法，还通过它制作了一个多层感知机 MLP、一个卷积神经网络 CNN，最后还使用 Slim 预训练模型进行 Finetuning。

第 21 章介绍全卷积神经网络图像分割，先讲解分割的理论基础和实现方法，然后给出了全卷积神经网络进行图像分割的分步流程与编程基础，最后给出了使用 VGG16 全卷积网络进行图像分割的实战。

第 22 章讲解的是 GAN——对抗生成网络，本章理论虽然看似枯燥，但笔者用一个“生成器”和一个“辨别器”共同在一个网络中不停地进行“对抗”来比喻，降低了阅读的难度。最终还通过使用 GAN 生成手写体数字的案例让读者真正学会 GAN 的应用。

除此之外，全书对于目前图像识别最流行和取得最好成绩的深度学习模型做了介绍，这些都是目前的深度学习的热点和研究重点。

本书的特点

- 本书不是纯粹的理论知识介绍，也不是高深技术研讨，完全是从实践应用出发，用最简单、典型的示例引申出核心知识，最后还指出了通往“高精尖”进一步深入学习的道路。
- 本书没有深入介绍某一个知识块，而是全面介绍 TensorFlow 涉及的图像处理的基本结构和上层程序设计，系统综合地讲解深度学习的全貌，使读者在学习的过程中把握好方向。
- 本书在写作上浅显易懂，没有深奥的数学知识，而是采用较为形象的形式，使用大量图像示例描述应用的理论知识，让读者在轻松愉悦的阅读下掌握相关内容。
- 本书旨在引导读者进行更多技术上的创新，每章都会用示例描述的形式帮助读者更好地理解本章的学习内容。
- 本书代码遵循重构原理，避免代码污染，真心希望读者能写出优秀、简洁、可维护的代码。

本书适合人群

本书配套示例源代码下载地址（注意数字与字母大小写）如下：

<https://pan.baidu.com/s/1jHFg2uq>

如果下载有问题或者对本书有任何疑问，请联系 booksaga@163.com，邮件主题为“TensorFlow”。

本书适合人群

本书既适合学习人工神经网络、深度学习以及 TensorFlow 程序设计等相关内容的程序设计人员阅读，也可以作为高等院校相关专业的教材。建议在学习本书内容的过程中，理论联系实际，独立进行一些代码的编写，采取开放式的实验方法，即读者自行准备实验数据和实验环境，解决实际问题，最终达到理论联系实际的目的。

本书作者

本书作者现任计算机专业教师，担负数据挖掘、Java 程序设计、数据结构等多项本科及研究生课程，研究方向为数据仓库与数据挖掘、人工智能、机器学习，在研和参研多项科研项目。在写作过程中得到了家人和朋友的大力支持，在此对他们一并表示感谢。

本书由王晓华主创，其他 7 参与创作的人员还有刘鑫、陈素清、张泽娜、常新峰、林龙、王亚飞、薛焱、王刚、吴贵文、李雷霆，排名不分先后。

王晓华

2017 年 11 月

目 录

第1章 星星之火	1
1.1 计算机视觉与深度学习	1
1.1.1 人类视觉神经的启迪	2
1.1.2 计算机视觉的难点与人工神经网络	3
1.1.3 应用深度学习解决计算机视觉问题	4
1.2 计算机视觉学习的基础与研究方向	5
1.2.1 学习计算机视觉结构图	5
1.2.2 计算机视觉的学习方式和未来趋势	6
1.3 本章小结	7
第2章 Python 的安装与使用	8
2.1 Python 基本安装和用法	8
2.1.1 Anaconda 的下载与安装	9
2.1.2 Python 编译器 PyCharm 的安装	12
2.1.3 使用 Python 计算 softmax 函数	16
2.2 Python 常用类库中的 threading	17
2.2.1 threading 库的使用	18
2.2.2 threading 模块中最重要的 Thread 类	18
2.2.3 threading 中的 Lock 类	19
2.2.4 threading 中的 join 类	20
2.3 本章小结	21
第3章 深度学习的理论基础——机器学习	22
3.1 机器学习基本分类	22
3.1.1 基于学科的分类	22
3.1.2 基于学习模式的分类	23
3.1.3 基于应用领域的分类	23
3.2 机器学习基本算法	24

3.2.1	机器学习的算法流程	24
3.2.2	基本算法的分类	25
3.3	算法的理论基础	26
3.3.1	小学生的故事——求圆的面积	27
3.3.2	机器学习基础理论——函数逼近	27
3.4	回归算法	29
3.4.1	函数逼近经典算法——线性回归	29
3.4.2	线性回归的姐妹——逻辑回归	31
3.5	机器学习的其他算法——决策树	32
3.5.1	水晶球的秘密	32
3.5.2	决策树的算法基础——信息熵	33
3.5.3	决策树的算法基础——ID3 算法	34
3.6	本章小结	35
第 4 章	Python 类库的使用——数据处理及可视化展示	37
4.1	从小例子起步——NumPy 的初步使用	37
4.1.1	数据的矩阵化	37
4.1.2	数据分析	39
4.1.3	基于统计分析的数据处理	40
4.2	图形化数据处理——Matplotlib 包使用	41
4.2.1	差异的可视化	41
4.2.2	坐标图的展示	42
4.2.3	玩个大的	44
4.3	深度学习理论方法——相似度计算	46
4.3.1	基于欧几里得距离的相似度计算	46
4.3.2	基于余弦角度的相似度计算	47
4.3.3	欧几里得相似度与余弦相似度的比较	48
4.4	数据的统计学可视化展示	49
4.4.1	数据的四分位	49
4.4.2	数据的四分位示例	50
4.4.3	数据的标准化	53
4.4.4	数据的平行化处理	55
4.4.5	热点图——属性相关性检测	57
4.5	Python 实战——某地降水的关系处理	58
4.5.1	不同年份的相同月份统计	58
4.5.2	不同月份之间的增减程度比较	59

4.5.3 每月降水不相关吗	60
4.6 本章小结	61
第 5 章 OpenCV 的基础使用	62
5.1 OpenCV 基本的图片读取	62
5.1.1 基本的图片存储格式	62
5.1.2 图像的读取与存储	64
5.1.3 图像的转换	65
5.1.4 使用 NumPy 模块对图像进行编辑	66
5.2 OpenCV 的卷积核处理	68
5.2.1 计算机视觉的三种不同色彩空间	68
5.2.2 卷积核与图像特征提取	68
5.2.3 卷积核进阶	70
5.3 本章小结	72
第 6 章 OpenCV 与 TensorFlow 的融合	73
6.1 图片的自由缩放以及边缘裁剪	73
6.1.1 图像的扩缩裁挖	73
6.1.2 图像色调的调整	74
6.1.3 图像的旋转、平移和翻转	76
6.2 使用 OpenCV 扩大图像数据库	77
6.2.1 图像的随机裁剪	77
6.2.2 图像的随机旋转变换	78
6.2.3 图像色彩的随机变换	79
6.2.4 对鼠标的监控	80
6.3 本章小结	81
第 7 章 Let's play TensorFlow	82
7.1 TensorFlow 游乐场	82
7.1.1 I want to play a game	82
7.1.2 TensorFlow 游乐场背后的故事	86
7.1.3 如何训练神经网络	88
7.2 初识 Hello TensorFlow	89
7.2.1 TensorFlow 名称的解释	89
7.2.2 TensorFlow 基本概念	89
7.2.3 TensorFlow 基本架构	92

7.3 本章小结	93
第 8 章 Hello TensorFlow, 从 0 到 1	94
8.1 TensorFlow 的安装	94
8.2 TensorFlow 常量、变量和数据类型	96
8.3 TensorFlow 矩阵计算	100
8.4 Hello TensorFlow	102
8.5 本章小结	107
第 9 章 TensorFlow 重要算法基础	108
9.1 BP 神经网络简介	108
9.2 BP 神经网络中的两个基础算法	110
9.2.1 最小二乘法 (LS 算法) 详解	111
9.2.2 道士下山的故事——梯度下降算法	113
9.3 TensorFlow 实战——房屋价格的计算	116
9.3.1 数据收集	117
9.3.2 模型的建立与计算	117
9.3.3 TensorFlow 程序设计	119
9.4 反馈神经网络反向传播算法	121
9.4.1 深度学习基础	121
9.4.2 链式求导法则	122
9.4.3 反馈神经网络原理与公式推导	124
9.4.4 反馈神经网络原理的激活函数	129
9.4.5 反馈神经网络原理的 Python 实现	130
9.5 本章小结	136
第 10 章 TensorFlow 数据的生成与读取详解	137
10.1 TensorFlow 的队列	137
10.1.1 队列的创建	137
10.1.2 线程同步与停止	141
10.1.3 队列中数据的读取	142
10.2 CSV 文件的创建与读取	143
10.2.1 CSV 文件的创建	143
10.2.2 CSV 文件的读取	144
10.3 TensorFlow 文件的创建与读取	146
10.3.1 TFRecords 文件的创建	146

10.3.2	TFRecords 文件的读取	149
10.3.3	图片文件的创建与读取	150
10.4	本章小结	155
第 11 章	回归分析——从 TensorFlow 陷阱与细节开始	156
11.1	TensorFlow 线性回归	156
11.1.1	线性回归详解与编程实战	157
11.1.2	线性回归编程中的陷阱与细节设计	159
11.1.3	TensorFlow 多元线性回归	163
11.2	多元线性回归实战编程	166
11.2.1	多元线性回归实战的编程——房屋价格计算	166
11.2.2	多元线性回归实战的推广——数据的矩阵化	168
11.3	逻辑回归详解	174
11.3.1	逻辑回归不是回归算法	174
11.3.2	常用的逻辑回归特征变化与结果转换	175
11.3.3	逻辑回归的损失函数	176
11.3.4	逻辑回归编程实战——胃癌的转移判断	178
11.4	本章小结	181
第 12 章	TensorFlow 编程实战——MNIST 手写体识别	183
12.1	MNIST 数据集	183
12.1.1	MNIST 是什么	183
12.1.2	MNIST 数据集的特征和标签	185
12.2	MNIST 数据集实战编程	187
12.2.1	softmax 激活函数	187
12.2.2	MNIST 编程实战	189
12.2.3	为了更高的准确率	192
12.2.4	增加更多的深度	193
12.3	初识卷积神经网络	195
12.3.1	卷积神经网络	196
12.3.2	卷积神经网络的程序编写	196
12.3.3	多层卷积神经网络的程序编写	199
12.4	本章小结	201
第 13 章	卷积神经网络原理	202
13.1	卷积运算基本概念	202

13.1.1	卷积运算	203
13.1.2	TensorFlow 中卷积函数实现详解	204
13.1.3	使用卷积函数对图像感兴趣区域进行标注	208
13.1.4	池化运算	210
13.1.5	使用池化运算加强卷积特征提取	212
13.2	卷积神经网络的结构详解	213
13.2.1	卷积神经网络原理	213
13.2.2	卷积神经网络的应用实例——LeNet5 网络结构	216
13.2.3	卷积神经网络的训练	218
13.3	TensorFlow 实现 LeNet 实例	219
13.3.1	LeNet 模型分解	219
13.3.2	使用 ReLU 激活函数代替 sigmoid	223
13.3.3	程序的重构——模块化设计	227
13.3.4	卷积核和隐藏层参数的修改	231
13.4	本章小结	237
第 14 章	卷积神经网络公式推导与应用	238
14.1	反馈神经网络算法	238
14.1.1	经典反馈神经网络正向与反向传播公式推导	238
14.1.2	卷积神经网络正向与反向传播公式推导	241
14.2	使用卷积神经网络分辨 CIFAR-10 数据集	249
14.2.1	CIFAR-10 数据集下载与介绍	249
14.2.2	CIFAR-10 模型的构建与数据处理	251
14.2.3	CIFAR-10 模型的细节描述与参数重构	260
14.3	本章小结	261
第 15 章	猫狗大战——实战 AlexNet	262
15.1	AlexNet 简介	263
15.1.1	AlexNet 模型解读	263
15.1.2	AlexNet 程序的实现	266
15.2	实战猫狗大战——AlexNet 模型	270
15.2.1	数据的收集与处理	271
15.2.2	模型的训练与存储	276
15.2.3	使用训练过的模型预测图片	281
15.2.4	使用 Batch_Normalization 正则化处理数据集	288
15.3	本章小结	297