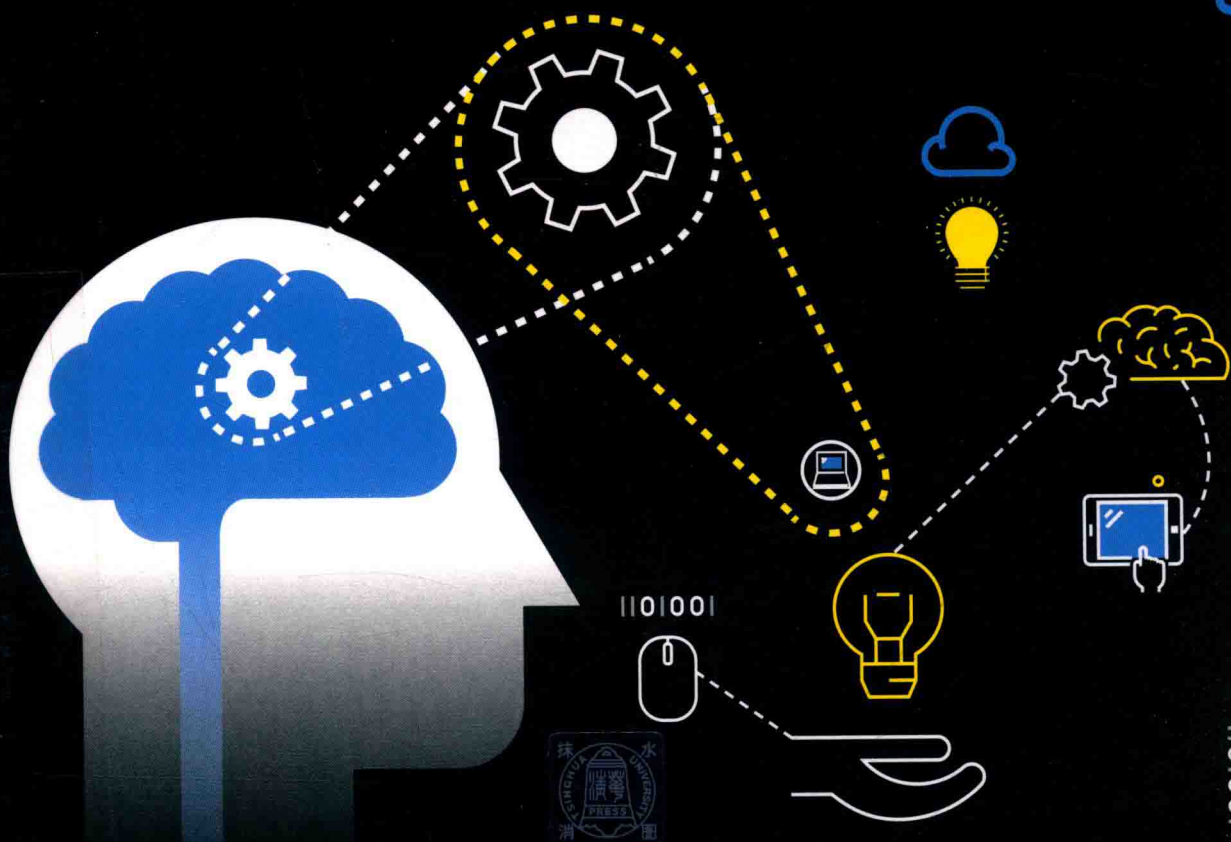


DEEP LEARNING
GETTING STARTED AND PRACTICE

深度学习

入门与实践

龙飞 王永兴◎著



清华大学出版社

1101001

1101001

1101001

GETTING STARTED AND PRACTICE

深度学习 入门与实践

龙飞 王永兴◎著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书由一线资深技术专家撰写，凝结了其自身多年的实践经验，阐述了深度学习的发展历程、相关概念和工作原理，介绍了两个当前流行的深度学习工具：Caffe和TensorFlow，并且初步探讨了强化学习的基本原理和应用。为了帮助初学者快速上手，本书注重从总体框架和脉络上把握深度学习技术，同时在阐述原理时配以简单的实例供读者印证。

本书语言生动风趣，以通俗的语言讲述复杂的原理，循循善诱，深入浅出，适合有志于从事人工智能、深度学习相关研究的信息类专业的高年级本科生或研究生阅读，也可供业界准备或正在从事深度学习、机器视觉等相关研发工作的工程技术人员参考。

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

深度学习：入门与实践 / 龙飞，王永兴著. — 北京：清华大学出版社，2017
ISBN 978-7-302-48278-9

I. ①深… II. ①龙… ②王… III. ①机器学习 IV. ①TP181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 210159 号

责任编辑：秦 健
封面设计：李召霞
责任校对：胡伟民
责任印制：宋 林

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：北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：186mm×240mm 印 张：13 字 数：305 千字

版 次：2017 年 10 月第 1 版 印 次：2017 年 10 月第 1 次印刷

印 数：1～3000

定 价：49.00 元

产品编号：075733-01

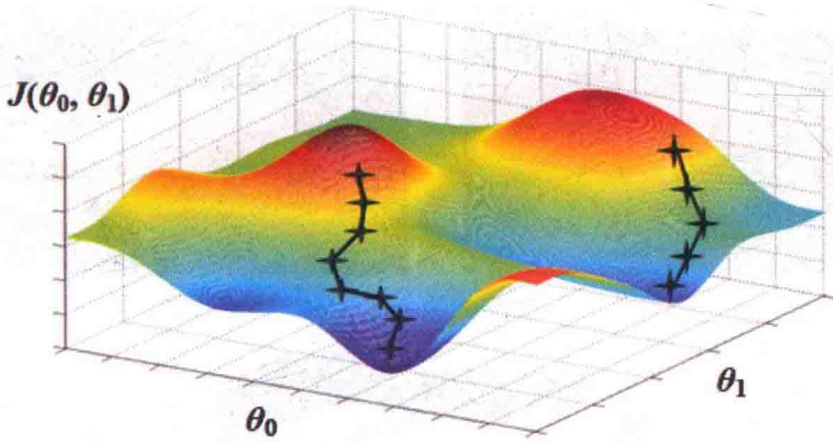
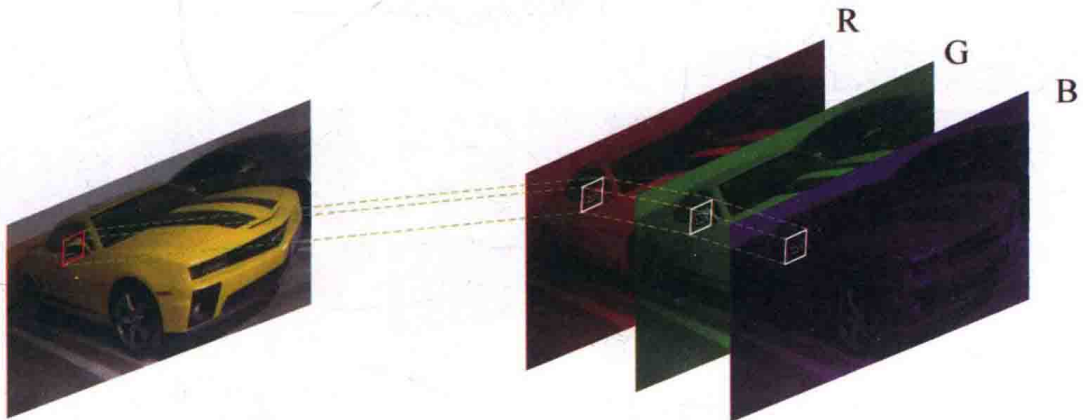


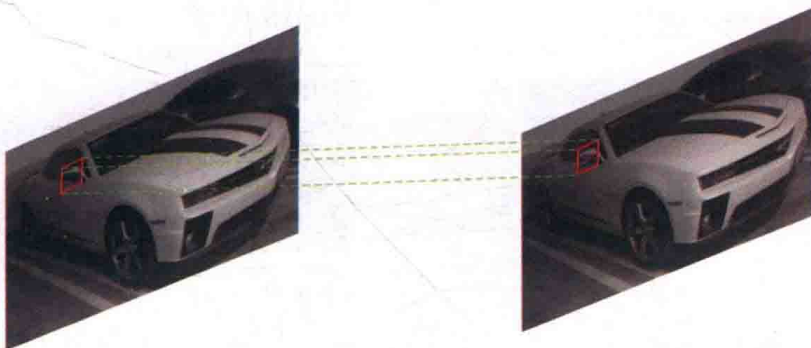
图2.8 非凸函数 $J(\theta_0, \theta_1)$ 梯度下降



RGB图像

RGB矩阵

(a) RGB图像拆分成RGB矩阵



灰度图像

灰度矩阵

(b) 灰度图像拆分成灰度矩阵

图4.1 RGB图像和灰度图像示例



(a) RGB图像



(b) 灰度图像



(c) 二值图像

图4.2 RGB图像、灰度图像和二值图像对比

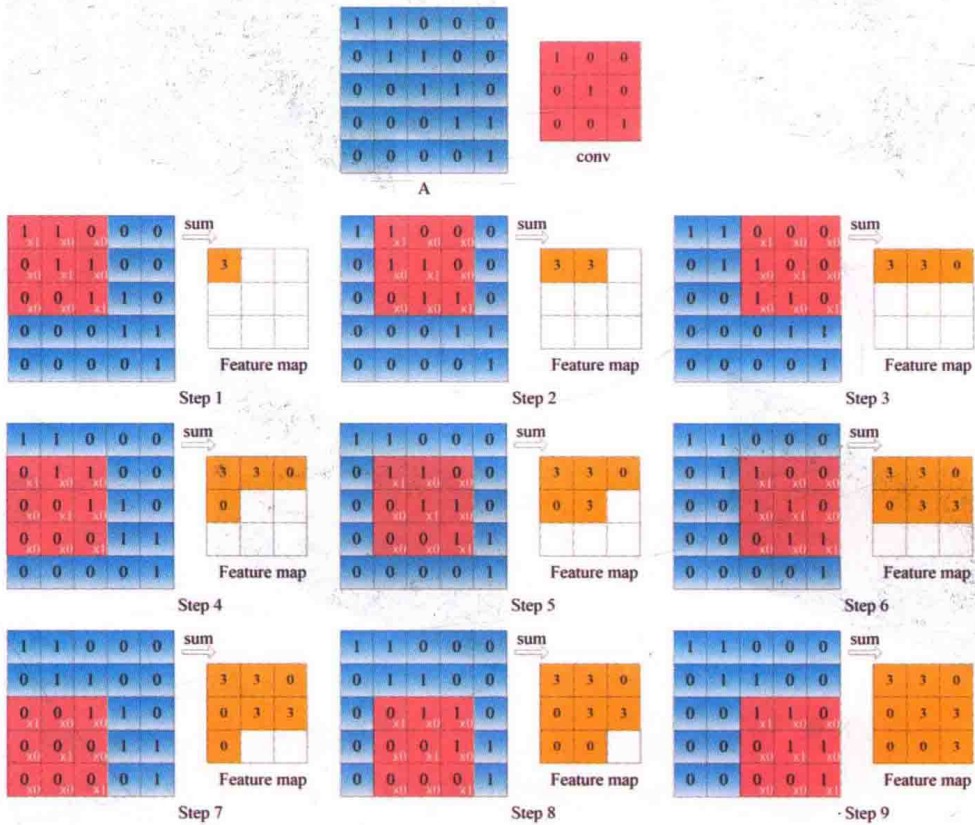


图4.3 图像卷积操作执行过程

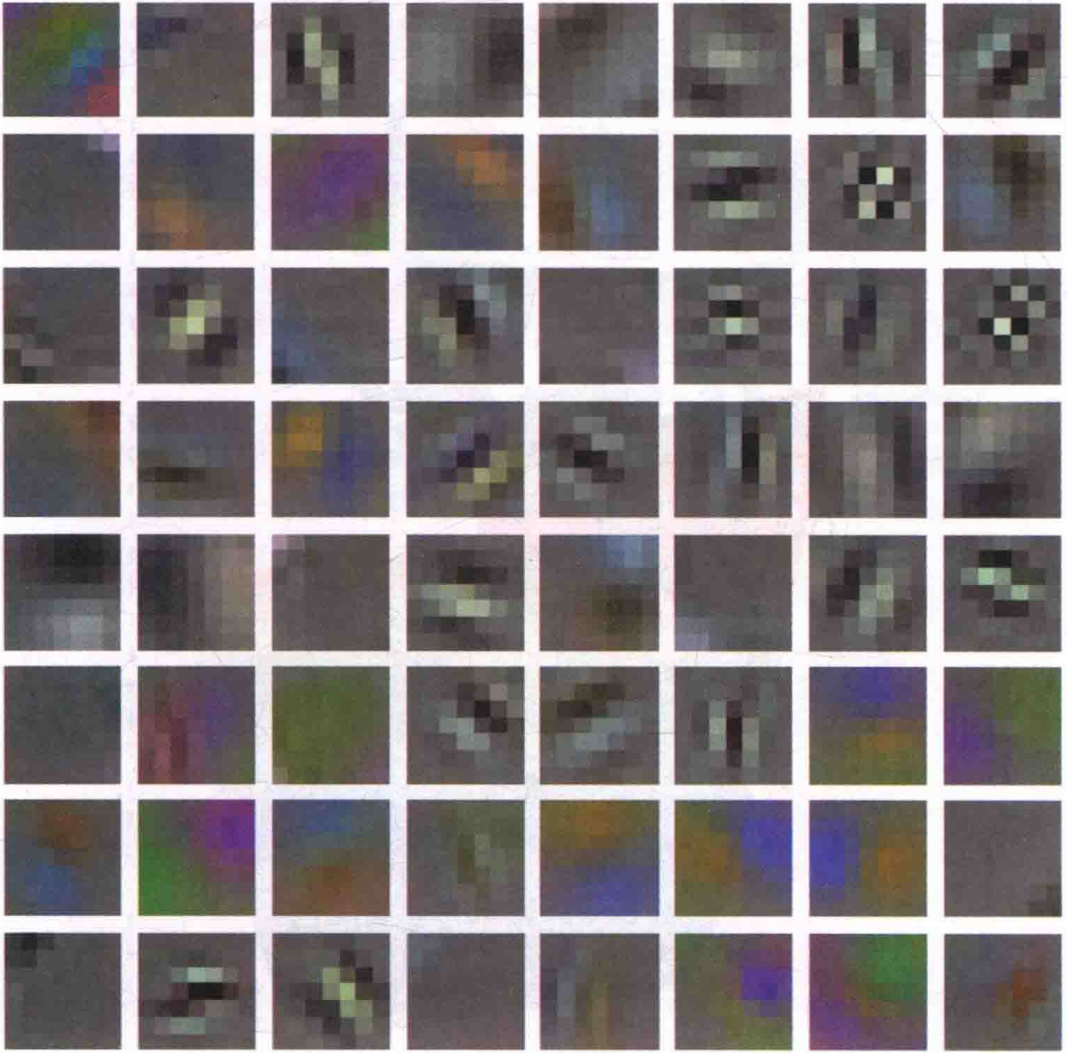


图4.26 第一卷积层权值的图形显示



图4.30 图像分割算法的分割结果

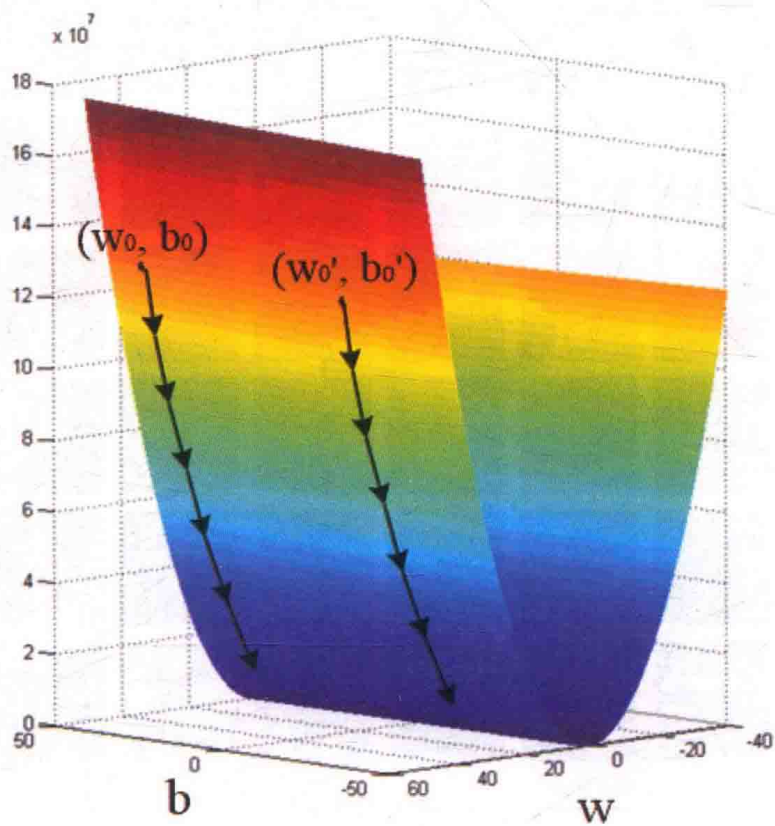


图5.2 初始值对最优解的影响



序言一

深度学习是机器学习的一个重要分支,机器学习在近四十年来发生了巨大的变化:从20世纪80年代符号学习的盛行到90年代统计学习一统天下,再到近年来深度学习的出现。对比机器学习的发展历程,深度学习只是机器学习中一个新兴的课题。由于计算能力的发展和大数据的支持,深度学习取得了突破性的进展,被广泛应用于图像语音、视频和自然语言等各个领域。

深度学习能够受到如此广泛的关注,原因有四:第一,深度学习是目前所知的计算系统中与人脑的结构和行为最相近的;第二,深度学习从统计和计算角度非常适合大数据;第三,深度学习是当前唯一强调端到端的学习系统;第四,深度学习框架灵活,具有很好的可扩展性,可以很容易地描述各种不同的人工智能问题。

2016年AlphaGo战胜围棋世界冠军李世乭是深度学习的一个爆点,深度学习自此从学术界的一个研究课题成了大众口中的热议词汇。全球各大科技公司的追捧和资金的大量流入使得越来越多的工程技术人员和学者投入到相关的研究和实践中来。然而,由于深度学习似乎流行得太过迅速,2016年出版的深度学习类书籍还非常之少。初学者想要了解深度学习就必须从网络上的各种技术文章和教程中自行提炼,或者从学术会议的论文中了解。这个过程对于初学者来说是漫长而艰辛的。

时至今日虽然有一些关于深度学习的书籍出版,但是真正适合初学者的并不多。这些书籍或者只是关注于深度学习的某个工具,或者太过理论。这对于初学者全面把握深度学习技术的来龙去脉并快速上手并不十分合适。本书的出现填补了这个空白,该书以通俗易懂的语言阐明了深度学习相关的概念及其之间的关系,总体上把握了深度学习的脉络。通过实例来讲概念,尽量避免枯燥的公式推导,是这本书的特色,这使得本书做到了理论和实

实践的较好统一。值得称道的是,该书语言生动,初学者读来会毫无距离感,没有教科书式的说教,是初学者入门的良好读物。



中国工程院院士

2017年3月



序言二

2006年以来,机器学习领域的一个重要课题——“深度学习”受到了学术界和业界的广泛关注。2013年,《麻省理工学院技术评论》杂志将深度学习列为年度十大突破性技术之首。2016年,基于深度学习技术的AlphaGo围棋程序战胜了世界顶尖棋手李世乭。深度学习自问世以来,取得了一系列辉煌的成绩,造就了人工智能领域一个又一个的奇迹。

具体而言,深度学习技术在语音识别、图像识别、自然语言处理和搜索广告预估等领域都取得了惊人的进展。缘其如此,谷歌、微软、百度等全球著名的高科技公司争相投入资源,占领深度学习的技术制高点。各大公司以深度学习为主要研究方向的研究院所纷纷成立,大量技术人员涉足深度学习领域,大量以深度学习为核心技术的创业公司涌现。可以想象在不久的将来,以深度学习为代表的人工智能技术将渗入人们生活的方方面面,像水、电、气等基础资源一样与人们的生活息息相关;在智能家居、自动驾驶等领域也将大显身手,并逐步完成从云端到终端的转化。

本书是一本深度学习的入门读物。该书对深度学习的由来、基本原理概念等娓娓道来,深入浅出,条理清晰,读来毫无枯燥之感。同时,在每章原理阐释结束后都配以简单、易上手且生动、有趣的实例,这使得对深度学习毫无基础的技术人员也能够很快入手,从而培养起对深度学习的兴趣。对初学者来说,最好的学习路径并不是在全面系统地掌握某项技术之后再行实践,而是在了解基本原理后迅速以简单的实例进行验证,然后边干边学,快速迭代。这本书恰好给初学者提供了这样的机会,我想这也是本书作者的写作初衷吧。

最后需要提醒读者的是,深度学习虽然在最近取得了很大的成绩,但并非“万能灵药”,需要理性地看待深度学习的成功。国内一些学者已经指出,深度学习在理论和技术上创新有限,其成功很大一部分依靠的是硬件计算能力的提升和由此带来的在工程上的突破性进

展。读者可借由深度学习技术而扩展至整个机器学习、人工智能领域,进入一片更广阔的天地。



国家千人计划特聘专家
地平线机器人创始人兼首席执行官

2017年3月



前言

中国工程院院士、互联网专家邬贺铨在移动互联网国际研讨会(IMIC2014)上指出,互联网已经进入“大智移云”(大数据、智能化、移动互联网和云计算)时代。近两年来,“大智移云”得到了蓬勃发展。其中,大数据、人工智能联系紧密,受到了业界和学术界越来越多的关注。中国科学院张钹院士在第十七届中国国际高新技术成果交易会的“深度学习与人工智能”院士论坛上表示,大数据给人工智能带来了新的发展机遇,即深度学习。

深度学习其实并不神秘,小到微信中语音转文字、“扫一扫”中的封面识别和翻译,大到打败世界顶尖棋手李世石的谷歌围棋人工智能程序 AlphaGo,都有深度学习的身影。随着技术的进步,相信深度学习将会深入人们的生活中,得到越来越广泛的应用。

本书是一种关于深度学习的入门读物,面向的是希望了解深度学习技术的高年级理工科本科生和研究生,还有业界对深度学习感兴趣的技术人士。为了能让深度学习零基础的技术人员快速上手,笔者力求按照初学者的学习历程来组织本书内容。对于初学者来说,如何才能以最快的速度了解一门技术并产生兴趣?笔者以为需要做到三点:首先需要对技术的基本原理有透彻的了解;其次需要对技术的总体框架和脉络有所掌握;再次需要有容易上手的实例以供实践。最终达到理论与实践的结合,具体原理与知识整体框架的统一。

有鉴于此,本书比较注重对深度学习基本原理的阐释,对深度学习及其所属的机器学习的框架性内容的探讨,还有笔者所参与的项目的实例分享。希望按照笔者的理解,将深度学习的原理、框架和实践分享给对深度学习感兴趣的人士。由于深度学习是机器学习的一个领域,为了体系的完整性,本书会介绍一些机器学习的基本知识,并由此引出深度学习的内容。

全书分为四大部分:第一部分介绍机器学习的基础知识;第二部分介绍深度学习的原理;第三部分介绍当前热门的深度学习工具 Caffe 和 Tensorflow;第四部分介绍强化学习

基本原理和人工智能围棋程序 AlphaGo 的架构。每部分都会配有可实现之实例以供印证所述原理。本书主要参考了南京大学周志华教授的《机器学习》, Andrew Ng(吴恩达)的 UFLDL 和 Coursera 机器学习课程, 微软 Li Deng 和 Dong Yu 的 *Deep Learning: Methods and Applications*, Michael Nielsen 的 *Neural Networks and Deep Learning* 等资料。这些资料充分体现了机器学习领域的诸位前辈高人们深厚的学养和高超的技艺, 对笔者启发颇多, 借此机会向吴恩达教授等前辈高人致敬!

深度学习的发展非常迅速, 国内外巨头科技公司都不惜重金对此投入, 故技术更新极快。而笔者对本领域初窥门径, 水平有限, 加之成书时间仓促, 欠妥之处在所难免, 读者朋友们若不吝相告, 则不胜感激。

本书中涉及的所有代码、图片文件和数据集等都上传至百度云盘:

<http://pan.baidu.com/share/init?shareid=258036058&uk=2051007731>

密码: z7id, 读者可自行下载, 以供实验之用。

作者

2017年3月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 基本概念	3
1.2.1 回归、分类、聚类	6
1.2.2 监督学习、非监督学习、半监督学习、强化学习	8
1.2.3 感知机、神经网络	9
1.3 发展历程	11
1.4 相关学者与会议或赛事	12
1.5 本章小结	16
参考文献	17
第 2 章 回归	18
2.1 线性回归	19
2.1.1 问题描述	19
2.1.2 问题求解	20
2.1.3 工具实现	28
2.2 逻辑回归	35
2.2.1 问题描述	35
2.2.2 问题求解	37
2.2.3 工具实现	39
2.3 本章小结	43
参考文献	43

第3章 神经网络	44
3.1 Rosenblatt 感知机	45
3.1.1 训练方法	47
3.1.2 算法实例	48
3.1.3 梯度下降	54
3.2 神经网络	55
3.2.1 网络架构	55
3.2.2 训练方法	56
3.2.3 算法实例	61
3.3 本章小结	72
参考文献	72
第4章 Caffe 简介	73
4.1 CNN 原理	74
4.1.1 卷积	75
4.1.2 池化	82
4.1.3 LeNet-5	84
4.2 Caffe 架构	86
4.2.1 Blob 类	87
4.2.2 Layer 类	88
4.2.3 Net 类	92
4.2.4 Solver 类	93
4.3 Caffe 应用实例	94
4.3.1 车型识别	95
4.3.2 目标检测	125
4.4 本章小结	141
参考文献	142

第 5 章 TensorFlow 简介	143
5.1 TensorFlow 架构	144
5.2 TensorFlow 简单应用	149
5.2.1 TensorFlow 安装	149
5.2.2 线性回归	150
5.3 TensorFlow 高级应用	153
5.3.1 MNIST 手写数字识别	153
5.3.2 车型识别	167
5.4 本章小结	171
参考文献	172
第 6 章 强化学习简介	173
6.1 强化学习基本原理	174
6.2 AlphaGo 基本架构	178
6.3 其他趣味应用	183
6.4 本章小结	186
参考文献	187
后记	188



第 1 章

绪 论

逖与司空刘琨俱为司州主簿，情好绸缪，共被同寝。中夜闻荒鸡鸣，蹴琨觉曰：“此非恶声也。”因起舞。

——《晋书·祖逖列传》

1.1 引言

以上这段文言文讲的是一个大家耳熟能详的劝学故事——闻鸡起舞。关于学习，古圣先贤们的故事还有很多，“悬梁刺股”“凿壁偷光”“囊萤映雪”等，这些故事激励着一代代学子。关于学习的目的，相信每个人心中都有自己的考量，也不在本书讨论范围之内。但本书既然名为深度学习，对学习的本质务须细细思量。什么是学习呢？我们从小到大都在不断地学习中，学习为人处世，学习专业知识，学习生活技巧，学习职业技能。仔细回想一下就会知道，学习的本质其实是从已知的经验中推测未知的事物，或者获得处理类似事件的能力。已知的经验可能是书本的知识，也可能是亲身的实践。

计算机自发明以来，帮助人类完成了很多重复性的劳动。人类通过程序命令计算机完成特定的任务。给定一个输入，就会有相应的输出。有点类似于中国古代的机关术，碰了某个机关，就会触发箭雨或者钉板。按理说，能做到这样已经很了不起了。但是人类的需求是没有止境的，当计算机可以按程序完成特定的任务后，人类对其有了新的要求，能不能像人类一样，不按照给定的程序，而自行根据习得的经验而行动呢？

答案是可以的，机器学习就是研究此类问题的学科。先看看机器学习的定义。维基百科中给出了两位人工智能领域的前辈高人对机器学习(Machine Learning)的定义。