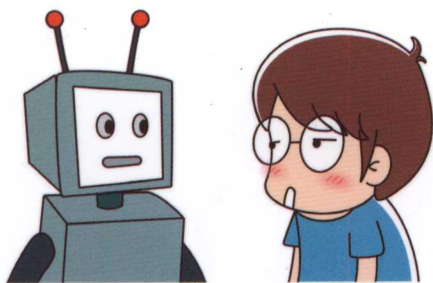


## 版权注意事项：

- 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。

# 白话深度学习 与TensorFlow

高扬 卫峥 ◎ 编著    万娟 ◎ 插画设计



DEEP LEARNING

技术畅销书《白话大数据与机器学习》姊妹篇，YY大数据专家撰写，李学凌、朱频频、王庆法、王海龙联袂推荐

以插图、类比和大量示例趣说深度学习网络的关键理念、算法与TensorFlow实践，涵盖BP网络、CNN、RNN、深度残差网络、受限玻尔兹曼机、强化学习、对抗学习，以及多个有趣应用



机械工业出版社  
China Machine Press

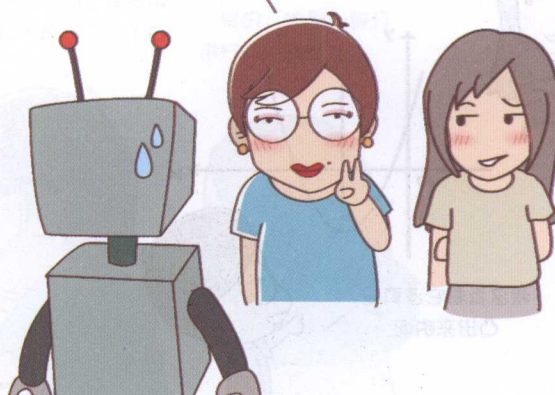
技术畅销书《白话大数据与机器学习》姊妹篇，YY大数据专家撰写，李学凌、朱频频、王庆法、王海龙联袂推荐。以插图、类比和大量示例趣说深度学习网络的关键理念、算法与TensorFlow实践，涵盖BP网络、CNN、RNN、受限玻尔兹曼机、深度残差网络、强化学习、对抗学习，以及多个有趣应用。

本书共三篇13章，适用于零基础的初学者。

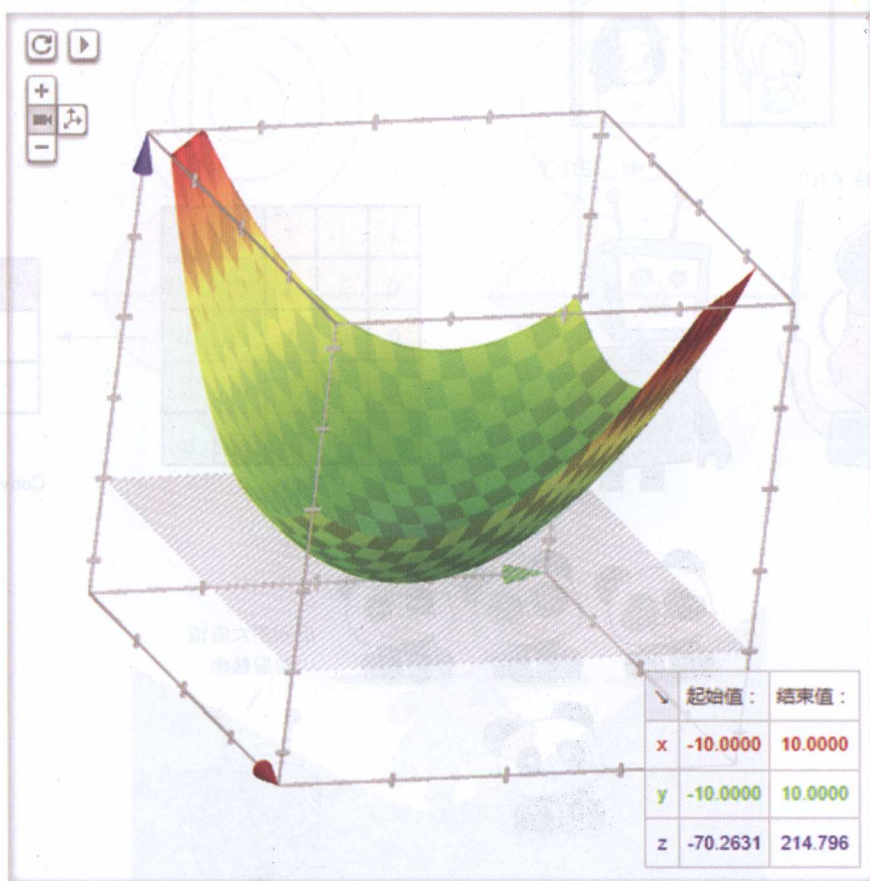
**基础篇（第1~3章）**，讲解了机器学习、深度学习与实践的上下文知识，如基本的机器学习与深度学习算法，TensorFlow框架的安装与配置，简单的深度学习实践。该篇是阅读和实践的基石。

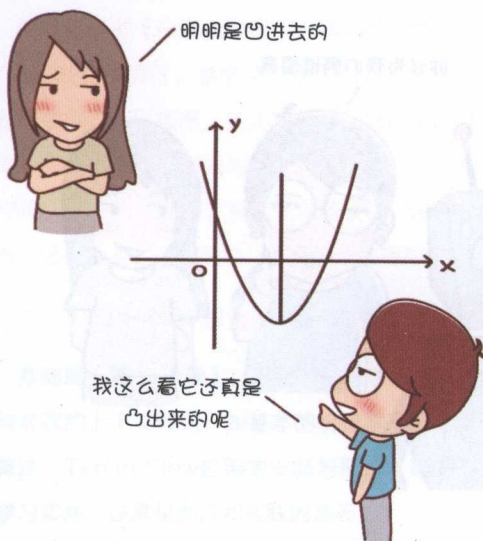
**原理与实践篇（第4~8章）**，介绍“老牌”的深度学习网络的数学原理和工程实现原理，尤其是第4章，如果能读懂，后面的网络实现层面的问题基本都可以迎刃而解。本篇涵盖BP网络、CNN、RNN的结构、思路、训练与使用，以及一些常见的综合性问题。该篇是学习深度学习的重点和难点，作者通过大量示例、推理与实现，帮读者最大化降低学习曲线。

**扩展篇（第9~13章）**，介绍一些网络的变种和一些较新的网络特性，涵盖深度残差网络、受限玻尔兹曼机、强化学习、对抗学习，这是读者进一步学习与开拓思路的钥匙。最后给出了一些有趣的深度学习应用：人脸识别、作诗姬、大师风图像处理，有趣又有用。



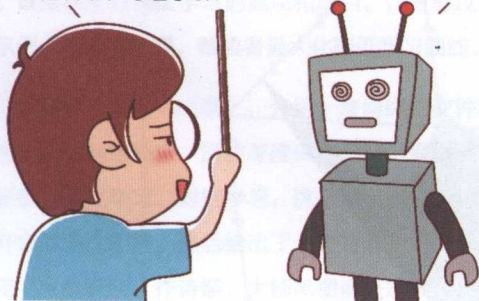
“ $x^2+y^2+x*y+x+y+1$ ”的图表





这些别看不一样，  
但都是美女，记住了么？

哦，记住了



|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

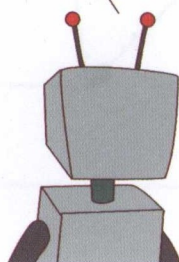
Image

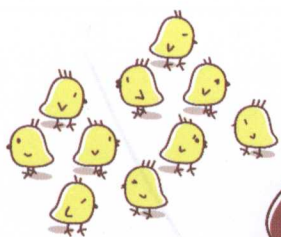
|   |  |  |
|---|--|--|
| 6 |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |

Convolved Feature



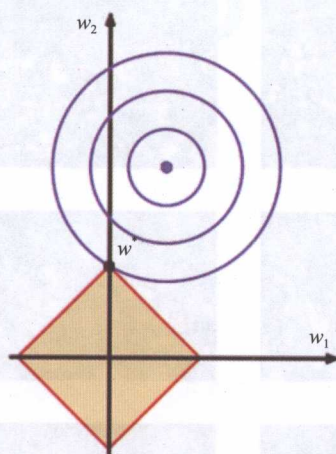
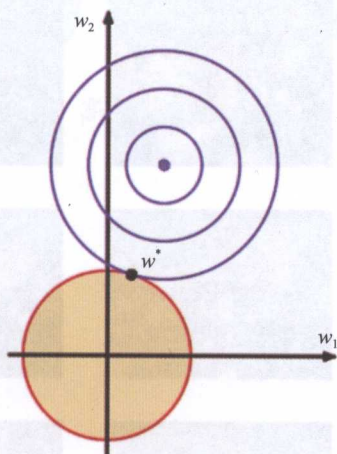
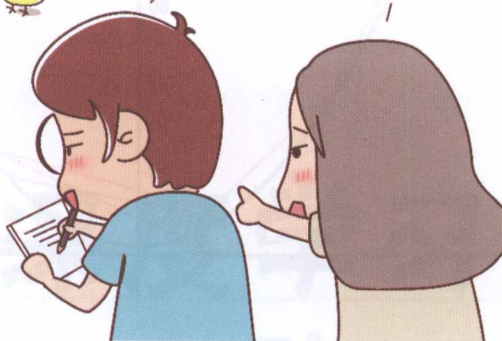
区别不大应该  
都是熊猫





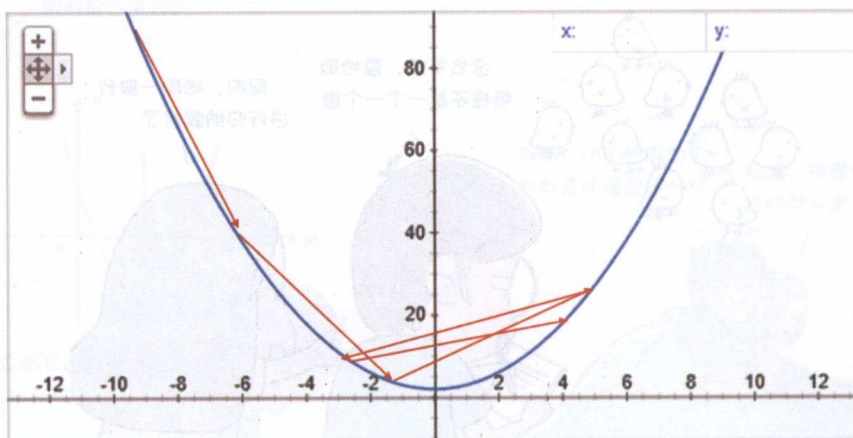
这么多鸡，要抽取  
特性不能一个一个查

是的，抽取一部分  
进行归纳就好了



步子太小走得慢，步子太大怕走过了





图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

ISBN 978-7-111-57487-0

本书赞誉

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第197885号

# 白话深度学习 与TensorFlow

高扬 卫峥 ◎ 编著 万娟 ◎ 插画设计

——朱频频，小米机器人创始人，首席执行官

“把简单问题讲复杂很困难，把复杂问题讲简单很复杂”。大数据、深度学习都是极其复杂的问题，我曾经想过写本书，用通俗易懂的方式介绍大数据与深度学习的方方面面。现在看来不需要了，高扬先生这套白话系列图文并茂、深入浅出又不失学术性，非常值得研读。

——王成华，腾讯AI实验室主任，腾讯AI工程架构师

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据

图灵社区会员 (CIP) 数据



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

白话深度学习与 TensorFlow/ 高扬, 卫峥编著. —北京: 机械工业出版社, 2017.7

ISBN 978-7-111-57457-6

I. 白… II. ①高… ②卫… III. 人工智能 - 算法 - 研究 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 167855 号

## 白话深度学习与 TensorFlow

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: 高婧雅

责任校对: 李秋荣

印 刷: 北京文昌阁彩色印刷有限责任公司

版 次: 2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 20 (含 0.25 印张彩插)

书 号: ISBN 978-7-111-57457-6

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

## Praise 本书赞誉

算法是机器的灵魂；机器学习可以理解成是产生算法的算法；深度学习可以自动提取特征；AutoML 则可以自动寻找最合适的神经网络拓扑结构。不断演进的算法在日益强大的计算能力支撑下能处理越来越复杂的任务。本书是一本很好的深度学习入门读物，从机器学习的基本概念过渡到深度神经网络的原理和应用，并延伸到网络的一些变种和新的特性。读完此书可以全面了解深度学习以及 TensorFlow 开源框架的相关内容，你可以感受到其实深度学习并不神秘，人工智能的未来人类完全可以掌控。

——朱频频，小 i 机器人创始人、首席执行官

“把简单问题讲复杂很简单，把复杂问题讲简单很复杂”，大数据、深度学习都是极其复杂的问题，我曾经想过写本书，用通俗易懂的方式介绍大数据与深度学习的方方面面，现在看来不需要了，高扬先生这套白话系列图文并茂、深入浅出又不失学术性，非常值得研读。

——王庆法，阳光保险集团大数据中心副总经理兼首席架构师、

平台部总经理，首席数据官联盟专家组成员

在看到这本书的样章的时候，AlphaGo 2.0 正以 3 : 0 的比分大胜了围棋世界排名第一的柯洁。街头巷尾的男男女女都在谈论着 AlphaGo 的神奇力量，仿佛一夜之间，人工智能成为了最火爆的时尚名词。很多人都在讨论着，未来是机器人的世界，机器会统治世界吗，人类还有未来吗？作为技术的专业人员，无论大家的讨论有多么荒谬，我们都意识到一场新的科技革命已经开始了，终将改变人类的未来。但是对于人工智能，大家都会有自己的理解，很多观点是负面的，甚至是荒谬的。作为专业技术人员，我们应该更好地去帮助大家认识人工智能是什么以及它是如何运作的，让大家更客观、浅显地理解这个技术变革。可大部分关于

人工智能的著作，都偏于技术专业性，而不容易为普通学习者所理解。而非专业的媒体，很多观点又是如此不切实际。本书是关于人工智能的关键技术深度学习的科普著作。看到了本书，笔者不由眼前一亮。关于技术观点的讲解即不乏专业性，又以浅显的例子告诉普通人，机器学习是什么。一本非常好的科普性的技术著作，希望更多的人可以通过作者的文字，真正理解人工智能的关键技术——深度学习的原理及实际未来的前景。也期待更多的爱好者，由此书可以加入到深度学习工作中，为未来人工智能的发展写下浓重的一笔。

——王海龙，秒钱 CTO

## Preface 序

时代的巨轮已经驶入了 21 世纪第二个十年的后半，科技的发展速度一次一次超越我们的想象力，给我们带来无限的惊喜。

近两年最为吸睛的当属谷歌的阿尔法围棋程序大胜人类围棋大师——先有李世乭九段不敌，后有柯洁九段落败，围棋这样一个长期以来人类一直可以傲视人工智能的领域也被计算机所征服。

到现在，靠机器人来扫地，靠刷脸来取钱，靠自动驾驶来周游世界已然不是什么科幻小说中的内容了，这些事情已经真实地发生在我们的身边。

人工智能正在逐渐在每个细节上改变我们的生产能力，改变我们的生活。

这种可以把人从大量繁冗重复的劳动中解放出来的高新科技领域在未来二三十年，甚至更为长远的时间内都会是最为吸引人的研究方向。

包括深度学习在内的人工智能应用技术在每个人类涉足的领域都将发挥越来越大的作用。

我坚信，和其他历史上出现过的先进技术一样，这些知识与技术将越来越平民化，就像 PC 一样逐渐成为每个人在工作中都不可或缺的工具。

我想每一个时代的弄潮儿都不应错过在这波澜壮阔的历史新纪元中的每一朵浪花。

这本书概念清晰，语言平实，实例讲解丰富，是一本非常适合入门的深度学习读本，尤其是对公式推导做了最大程度的白话解释与避让，使得可读性大大增强。

相信每位读者都能从中汲取到相应的知识与启发。

——李学凌，欢聚时代董事长兼 CEO

## 前言 Preface

人工智能的著作，都属于技术专业书，而不容易为普通学习者所理解。而非专业的媒体，很多观点又是如此不切实际。本书是关于人工智能的关键技术深度学习的科普著作。看到了本书的读者心中眼前一定关于技术观点的讨论即不乏专业性，又以浅显的例子告诉普通人，机器学习是什么。本书很好的科普性的技术著作，希望更多的人可以通过作者的文字，真正理解人工智能的关键技术——深度学习的原理及实际未来的前景。期待更多的爱好者，由此书可以加入到深度学习工作中，为未来人工智能的发展写下浓重的一笔。

——王青元，科技CTO

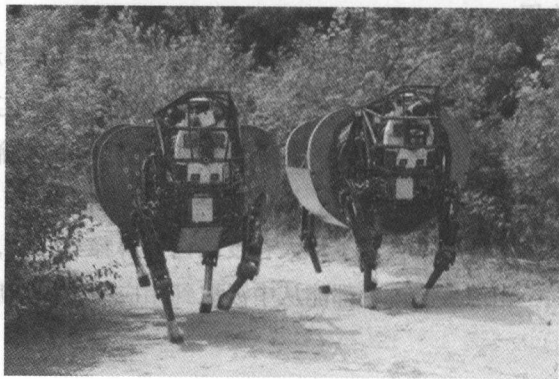
## 为什么要写这本书

近些年来，伴随着计算机计算能力的不断升级，很多原来只有在科幻电影里才有的桥段越来越多地出现在我们身边了，并给了我们更多的想象空间与期待。

在2016年，人工智能界最令人瞩目的事情莫过于谷歌的AlphaGo以4:1的悬殊比分轻松击败韩国著名九段围棋大师李世石。之后化名“Master”的AlphaGo更是一路大开杀戒，分别在对弈网站“弈城”和“腾讯围棋”登录，先后打败了柯洁九段、朴廷桓九段、陈耀烨九段以及创造日本大满贯传奇的井山裕太和亚洲杯冠军李钦诚等世界一流高手，取得了50胜0负的战绩<sup>①</sup>。当然了，“玩不起”的人类最终觉得让AlphaGo在国际围棋网站排名上占一个坑来碾压人类是非常“不公平”的事情，最终把人家给拉黑了。

人类这么做是不是有违AI (Artificial Intelligence, 人工智能) 研究的初衷暂且不讨论，毕竟我们的眼光还是应该更多地投向那些“更有趣”的领域。除此之外，还有很多非常有趣的人工智能项目也经常在网络视频中带给我们惊喜，比如谷歌的机械狗、谷歌的无人驾驶汽车等。

这种机械狗很有趣，除了能够彼此之间互相协调进行编队行进以外，还能像真的狗一样在被踢了一脚之后迅速调整重心，并在短暂的踉跄后站稳，然后继续先前作业，不过怎么踢都不会来咬你。



① 消息来源于网易科技 <http://tech.163.com/17/0104/08/C9U3JUON00098GJ5.html>，有删改。



而谷歌的无人驾驶汽车也有着非常优异的能力，到 2015 年 11 月底为止，根据谷歌提交给机动车辆管理局的报告，谷歌的无人驾驶汽车在自动模式下已经完成了 130 多万英里的里程。

可以说，这些事情都在鼓舞着我们这些对未来世界充满渴望的人投入更多的精力去研究 AI 带来的新惊喜，而人工智能这一领域中最为核心的内容之一就是深度学习。深度学习现在在全世界范围内都有着众多的专业工作者和业余爱好者在进行着研究，并且每个月都有不少新的落地产品问世。应该说，深度学习是目前世界上最热门的研究领域之一，而且也是未来几十年最热门的研究方向之一。

在中国，深度学习也有着众多的专业研究机构和业余爱好者，在我的周围就有数以千计的深度学习爱好者——这一点都不夸张，他们非常渴望了解深度学习的知识并加以应用。但是，深度学习由于其本身的复杂性，使得很多有着浓厚兴趣的爱好者望而却步，我认为主要的门槛来自于两个方面。

一方面，深度学习是非常典型的计算密集型的应用领域，家用 PC 机通常是无法有效胜任一个完整而可靠的深度学习应用的（作为初级实验或者“玩具”的除外）。不过现在随着 CPU 的计算速度逐步加快，以及 GPU 应用的不断普及，这方面的门槛在慢慢地降低。

另一方面，深度学习从其解决问题的根本理论方面需要比较深厚和扎实的数学基础，尤其是高等数学、线性代数、泛函分析及其延伸学科的基础，这就使得很多高等数学相关基础不好的朋友学习起来非常吃力。当然，这一方面目前可以走的捷径也不是没有，我们可以通过现成的框架（比如 TensorFlow、Torch、Caffe 或 Theano 等）来搭建环境，并用简单的代码或模型描述文件来组建一个相对完整的神经网络进行学习和分类应用。

除此之外，像 Caffe 还有一个叫做 Model Zoo 的共享社群——这是一个让大家把已经训练好的模型放在上面做共享的社群。在模型训练中，前面大量耗时的分析和建模工作以及训练后得到的最宝贵的模型成果就可以浓缩并沉淀为一个可下载模型描述文件，里面是网络的节点权重和拓扑结构信息。这种社群化的方式会让很多原本没有太好训练条件的朋友有了可以学习和借鉴的对象，也有了可以游乐和尝试的空间。这些模型需要在其各自的授权使用

协议下合理使用,有的是允许进行商业应用和改动,而有的则不可以,这一点需要注意。在下载后,我们可以对其进行 Fine Tuning,也就是进行细节调优或改进性训练,使得这些模型可以在自己需要的环境和条件下更好地工作。不过这个地方还是有一个门槛,对于很多数学能力欠佳的工程师来说,不容易迈过去,那就是训练和调优中的方向性问题。一旦出现召回率和准确率不再提高,或者性能等问题,往往会找不到改进的方向和方法,这是需要扎实的数学基础和深度学习领域的实践经验来解决的。

我们这本书的宗旨很简单,就是希望通过聊天和讲故事的方式,凭借高中以上水平的数学知识把大家一步一步地带入深度学习的领域。只要大家在阅读本书的时候保持一点点耐心,即便没有高等数学知识的朋友,通过努力也一样可以基本掌握深度学习的应用技巧。请不要犹豫,跟我来吧!

## 本书特色

本书本着“平民”起点,从“零”开始的初衷,介绍深度学习的技术与技巧,逐层铺垫,把微积分、梯度等知识重点化整为零,把学习曲线最大程度地拉平,让读者有良好的代入感和亲近感。

本书用漫画插图来调节阅读气氛,并且在每个讲解的部分都有对比和实例说明,相信每位读者都能感受到非常好的阅读平滑感。

## 读者对象

- 对深度学习有兴趣但数学基础弱的开发人员与架构师
- 科研院所的研究人员
- 对深度学习有兴趣的大学生、研究生
- 其他深度学习爱好者,如产品经理、投资人、管理者等

## 如何阅读本书

本书基本独立成册,适用于零基础的初学者,但仍建议以本书姊妹篇《白话大数据与机器学习》为引导读物。本书共分三篇,共 13 章。

**基础篇(第 1~3 章)**,介绍一些非常基础的概念铺垫,以便了解背景。

**原理与实践篇(第 4~8 章)**,介绍老牌的深度学习网络的数学原理和工程实现原理。尤

其是第4章，如果读者能基本读懂，后面的网络实现层面的问题基本都可以迎刃而解。

**扩展篇（第9～13章）**，介绍一些网络的变种和一些较新的网络特性。

其实当你把这本书看完后，就会知道这种技术的底层原理虽然略显复杂，但是在框架逐步成熟以及开源项目日益增加的情况下，对于应用市场层面的技术人员来说，真正要做的工作已经不是书写复杂的算法了——这些都被很好地封装到内聚性极高的框架中，而且开放了友好的接口和足够多的参数给使用者做调整。这样一来，最重要的工作反而是海量样本的低成本获取和丰富的计算资源的获取。因此从这个角度来看，我可以负责任地说，深度学习领域的门槛在一定程度上应该说比传统机器学习的还要低。当读完这本书时，你就会发现，深度学习真的不难。

## 勘误和支持

由于笔者的水平有限，编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正。如果你有更多的宝贵意见，欢迎扫描下方二维码，关注奇点大数据微信公众账号 qddata 和我们进行互动讨论。当然，在公众号的消息中你也可以找到书中的代码地址和QQ讨论群 305232547 的信息。本书提供的所有代码也将放在：<https://github.com/azheng333/DeepLearningAndTensorFlow>。



同时，你也可以通过邮箱 77232517@qq.com 联系到我，期待能够得到大家的真挚反馈，在技术之路上互勉共进。

在此，感谢辽宁工程大学副教授（海归博士后）常戩博士、山东交通学院理学院讲师许文杰博士、许昌学院信息工程学院讲师姚丹丹博士在审校工作方面的支持与帮助，以及深圳华为技术有限公司的万娟女士在插画方面对本书的大力支持。

# 目 录 Contents

## 本书赞誉

## 序

## 前 言

## 基 础 篇

### 第1章 机器学习是什么 ..... 2

- 1.1 聚类 ..... 4
- 1.2 回归 ..... 5
- 1.3 分类 ..... 8
- 1.4 综合应用 ..... 10
- 1.5 小结 ..... 14

### 第2章 深度学习是什么 ..... 15

- 2.1 神经网络是什么 ..... 15
  - 2.1.1 神经元 ..... 16
  - 2.1.2 激励函数 ..... 19
  - 2.1.3 神经网络 ..... 24
- 2.2 深度神经网络 ..... 25
- 2.3 深度学习为什么这么强 ..... 28
  - 2.3.1 不用再提取特征 ..... 28
  - 2.3.2 处理线性不可分 ..... 29

### 2.4 深度学习应用 ..... 30

- 2.4.1 围棋机器人——AlphaGo ..... 30
- 2.4.2 被教坏的少女——Tai.ai ..... 32
- 2.4.3 本田公司的大宝贝——  
ASIMO ..... 33

### 2.5 小结 ..... 37

### 第3章 TensorFlow框架特性与安装 ..... 38

- 3.1 简介 ..... 38
- 3.2 与其他框架的对比 ..... 39
- 3.3 其他特点 ..... 40
- 3.4 如何选择好的框架 ..... 44
- 3.5 安装 TensorFlow ..... 45
- 3.6 小结 ..... 46

## 原理与实践篇

### 第4章 前馈神经网络 ..... 50

- 4.1 网络结构 ..... 50
- 4.2 线性回归的训练 ..... 51
- 4.3 神经网络的训练 ..... 75
- 4.4 小结 ..... 79