



深度学习之美

AI时代的数据处理与最佳实践

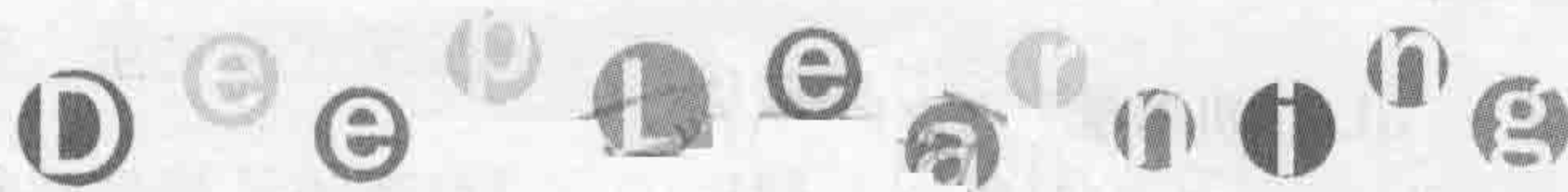
张玉宏 著

封面设计

深度学习之美

AI时代的数据处理与最佳实践

张玉宏 著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

深度学习是人工智能的前沿技术。本书深入浅出地介绍了深度学习的相关理论和实践，全书共分 16 章，采用理论和实践双主线写作方式。第 1 章给出深度学习的大图。第 2 章和第 3 章，讲解了机器学习的相关基础理论。第 4 章和第 5 章，讲解了 Python 基础和基于 Python 的机器学习实战。第 6 至 10 章，先后讲解了 M-P 模型、感知机、多层神经网络、BP 神经网络等知识。第 11 章讲解了被广泛认可的深度学习框架 TensorFlow。第 12 章和第 13 章详细讲解了卷积神经网络，并给出了相关的实战项目。第 14 章和第 15 章，分别讲解了循环递归网络和长短期记忆 (LSTM) 网络。第 16 章讲解了神经胶囊网络，并给出了神经胶囊网络设计的详细论述和实践案例分析。

本书结构完整、行文流畅，是一本难得的零基础入门、图文并茂、通俗易懂、理论结合实战的深度学习书籍。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

深度学习之美：AI 时代的数据处理与最佳实践/张玉宏著. —北京：电子工业出版社，2018.7
(博文视点 AI 系列)
ISBN 978-7-121-34246-2

I. ①深… II. ①张… III. ①机器学习 IV. ①TP181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 106119 号

策划编辑：孙奇俏

责任编辑：刘 舫

印 刷：三河市双峰印刷装订有限公司

装 订：三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编：100036

开 本：787×980 1/16 印张：42.5

字数：892 千字

版 次：2018 年 7 月第 1 版

印 次：2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价：128.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：010-51260888-819, faq@phei.com.cn。

推荐序一

通俗也是一种美德

这是一个大数据时代。

这也是一个人工智能时代。

如果说大数据技术是还有待人们去研究、去挖掘、去洞察的问题，那么人工智能无疑是这个问题的解决方案，至少是方案之一。

人的智能，无疑是学习的产物。那么机器的智能呢，它何尝不是学习的产物？只不过在当下，它被深深地打上了“深度学习”的烙印。通过深度学习，我们可以把大数据挖掘的技术问题转换为可计算的问题。

有人说，深度学习不仅是一种算法的升级，更是一种思维模式的升级。其带来的颠覆性在于，它把人类过去痴迷的算法问题演变成数据和计算问题。吴军博士更是断言，未来只有 2% 的人有能力在智能时代独领风骚，成为时代的弄潮儿。所以，拥抱人工智能，携手深度学习，不仅是一种时代的召唤，而且顺应了当前科学技术对人才的紧迫需求。

深度学习矗立于人工智能的前沿。我们远眺它容易，但近爱它却不易。在信息过剩的时代，我们可能会悲哀地发现，知识鸿沟横在我们面前。的确，大量有关深度学习的书籍占据着我们的书架，数不尽的博客充斥着我们的屏幕。然而，很多时候，我们依然对深度学习敬而远之。

这个“敬”是真实的，这个“远”通常是被迫的。因为找到一本通俗易懂的有关深度学习的读物，并非易事。

张玉宏博士所著的《深度学习之美：AI 时代的数据处理与最佳实践》，正是在这种背景下

以通俗易懂的姿态面世的书籍。如果用一句话来形容这本书，那就是“通俗易懂也是一种美德”。

在任何时代，能把复杂的事情解释清楚，都是一项非常有用的本领。张玉宏博士是一名高校教师，加之他还是一名科技作家，因此，通俗易懂、行文流畅、幽默风趣，便成了这本书的特征。

这里有一个比喻：如果你爱好明史，且古文基础深厚，去阅读《明史》可能是你的不二选择；但倘若你不太喜欢学究气的著作，那就推荐你去读读当年明月所写的《明朝那些事儿》。本书仿佛就是《明朝那些事儿》版的“深度学习”。巧妙的比喻、合理的推断、趣味的故事，时不时地散落在书里，妙趣横生。

当然，这本书也不是十全十美的，但瑕不掩瑜，如果你想零基础入门深度学习，那么相信这本书一定能够给你提供很多帮助。

黄文坚

墨宽投资创始人、《TensorFlow 实战》作者

2018年5月于北京

推荐序二

技术，也可以“美”到极致

和张玉宏博士认识是在 2015 年，那个时候我还在 CSDN &《程序员》杂志做编辑。结缘的过程颇为巧合，仅仅是因为一次无意浏览，看到他在 CSDN 论坛义务回答网友的问题，被其认真、高水平和深入浅出的回答所吸引，倾慕之下，我策划了一次采访。而这次采访奠定了我们的友谊，文章在 CSDN 作为头条发布并获得 3 万多的阅读量后，我们在论文翻译、《程序员》杂志供稿上开始了合作。

仅仅牛刀小试，张博士翻译的文章就篇篇阅读量破万。对于晦涩难懂的技术文章而言，阅读量破万是很高的数字，无异于如今朋友圈的 10 万阅读量。其中最值得一提的是《PayPal 高级工程总监：读完这 100 篇论文就能成大数据高手》这篇文章，在 2015 年阅读量近 6 万后，2017 年又被某大数据公众号转载，在朋友圈刷屏。为此，我在微博上有感而发：“有价值的内容，是经得起时间冲刷的。”然而，文章被追捧的背后，则是张博士呕心沥血的付出，也许只有我知道——为了保障质量，那 100 篇论文张博士全部下载并看了一遍，独立注解超过 50%，前后花了整整一周时间，通宵达旦，聚沙成塔。

2016 年我来到阿里巴巴做云栖社区的内容运营，和张博士的合作也来到了这里。云栖社区是阿里云运营、阿里技术协会和集团技术团队支持的开放技术社区，是云计算、大数据和人工智能顶级社区之一。在这个阶段，张博士在技术文章翻译上又有了另外一种风格：局部放大翻译，就某个点深度解读，并加入自己的认识，这种类似“书评”式的写作方式，让原本枯燥的技术文章显得很有趣，在阅读量上也是立竿见影——他的文章的阅读量比一般技术文章的阅读量多好几倍，这在彼时的社区是极为少见的。

后来，张博士和我说，他想发表系列文章，细致地讲一讲深度学习，我非常认同和支持他做这件事。

于是接下来的几个月，张博士不断受到以下赞誉：

“文章形象生动，耐人寻味，重燃深度学习的欲望。”

“这个系列写得太棒了!!! 谢谢您愿意分享。”

“大神，更新的频率可以稍微快点吗？万分感谢！”

有人甚至用追剧来形容自己的感受，并评论：“期待好久了，终于更新了，作者辛苦了，感谢作者提供该优秀文章以供学习。”

“容易理解，害怕大神不更新。”

.....

这些赞誉，说的是在社区篇篇 10 多万阅读量的文章：

一入侯门“深”似海，深度学习深几许（深度学习入门系列之一）

人工“碳”索意犹未尽，智能“硅”来未可知（深度学习入门系列之二）

神经网络不胜语，M-P 模型似可寻（深度学习入门系列之三）

“机器学习”三重门，“中庸之道”趋若人（深度学习入门系列之四）

Hello World 感知机，懂你我心才安息（深度学习入门系列之五）

损失函数减肥用，神经网络调权重（深度学习入门系列之六）

山重水复疑无路，最快下降问梯度（深度学习入门系列之七）

BP 算法双向传，链式求导最缠绵（深度学习入门系列之八）

全面连接困何处，卷积网络见解深（深度学习入门系列之九）

卷地风来忽吹散，积得飘零美如画（深度学习入门系列之十）

局部连接来减参，权值共享肩并肩（深度学习入门系列之十一）

激活引入非线性，池化预防过拟合（深度学习入门系列之十二）

循环递归 RNN，序列建模套路深（深度学习入门系列之十三）

LSTM 长短记，长序依赖可追忆（深度学习入门系列之十四）

上面这些文章，光看标题就非同凡响，是的，能把技术文章的标题写得这么文艺和生动，一看文学功力就十分深厚。内容更不用说，通俗易懂、图文并茂、形象生动。“用这么幽默的语言，将那么高大上的技术讲得一个过路人人都能够听懂，这是真的好文章。”身边的一位朋友如此述说。而更值得一提的是，在每篇博文后面，除了小结，还有“请你思考”，考察读者对知识的掌握情况，锻炼读者的思辨能力，让读者能够进一步主动学习，触类旁通。

这样出色的文章，也许只有张博士才能写出来。为什么呢？我想，一方面得益于其读博士时，在美国西北大学有过两年访学经历，他在中美教育差异上有过深刻的思考；另一方面，也源自他丰富的教学经验——是的，他在河南工业大学执教多年，懂得“教”与“授”的拿捏。对于张博士的教学，学生袁虎是这么谈论自己的感受的：“他的课跟美国高校的课堂比较接近——开放、平等、互动性强，鼓励学生去思考。上课的时候，他并不死守课本知识，而是特别注重教授给我们学习方法。”袁虎还特别指出，他们专业出来的几个技术大神多多少少都算是张博士的门徒。

在云栖社区的连载，从2017年5月17日开始，到8月17日结束，一共14篇文章，很多读者“追剧”至此，仍意犹未尽。有读者说：“作为机器学习小白，楼主的文章真是赞。楼主，出书吧!!! 看博客真担心哪天突然就没有了。”因为一些原因，社区的博客篇幅有限，内容浅尝辄止……他觉得自己可以做得更多、更好。

因此，《深度学习之美：AI时代的数据处理与最佳实践》在这里和大家见面了。可以说，拿到这本书的读者是非常幸运的，因为你们不需要每天刷博客“追剧”，也不需要苦苦等待。你们可以边捧书边喝咖啡，在橘黄色的台灯下、在安静的深夜里看个尽兴。

人工智能在当下非常火爆。不可否认，也许你可以从汗牛充栋的网上获得深度学习的一些知识点或技巧，但网络中的知识是碎片化的。尤其对于初学者，如果想走得更远，需要一本书系统地进行指导，并从底层思考这些知识的来龙去脉，以及知识之间的关联，本书正是这样一本书。

结集成册的《深度学习之美：AI时代的数据处理与最佳实践》除了继承之前博文趣味性、通俗易懂等诸多优点之外，篇幅更宏大（此前的连载只是一个起步），内容上还增加了实战环节，让大家能够学以致用，在实践中与理论印证。另外，相比此前连载的博文，书籍中增加了许多

张老师亲自绘制的趣图，诙谐地说明了不同知识点或概念间的区别。在理论上，张博士也对公式的前因后果给出了详细的推导过程，只有知道它是怎么来的，才能更好地运用它。学习知识不正是这样吗？

社会变化非常快，因此人们总爱反复核算事物的价值，喜欢性价比高的东西。如何衡量一本书的价值，除了看它是否能帮到你之外（技能价值），还要看它的社会价值。本书是张博士深度学习的思想随笔，兴之所至的内容，往往也是精彩至极、深度思考的结晶。

我非常佩服张博士，他不仅博览群书，还能够将不同类型的书籍内化，并结合生活案例，以一种非常有趣的形式将深奥的知识表达出来，比如用“求婚”“耳光”等例子讲解“激活函数”和“卷积函数”。尤其是“中庸之道”的例子，让大家在悟透一个很难弄懂的知识点的同时，自己的思想也从富有哲理的故事中变得不一样。

这种技术领域的人文情怀，绝非一般高手能做到的。上述认识，相信手握此书的您，也会很快感受到。

——@我是主题曲哥哥，网易高级编辑

前阿里云资深内容运营、CSDN&《程序员》杂志编辑

2018年5月

自序

深度学习的浅度梦想

这是一本有关“深度学习”的图书!

这是一本有关“深度学习”通俗易懂的图书!

这是一本有关“深度学习”的、有些人文情怀的图书!

我希望，我的读者在读这本书时，能给它这三种不同境界的渐进式的评价。第一个评价，说明它“有料”。第二个评价，说明它“有用”。第三个评价，说明它“有趣”。“有料、有用且有趣”是我对本书的定位，也是写作本书的浅度梦想，不是有大咖说过吗，“梦想还是要有的，万一实现了呢？”

写一本好书，真的很难!

但并非不能达成。窃以为，写成一本书，通常有两条途径。第一条我称之为“自上而下大家传道法”。也就是说，有些学术大家已在领域内功成名就，名声斐然，他们俯下身段，抽出时间，高屋建瓴，精耕细作，必出精品。比如，卡耐基梅隆大学的 Tom Mitchell 教授编写的《机器学习》、南京大学周志华老师编写的《机器学习》，都是业内口碑极好的畅销常青树，实为我辈楷模。

但“大家写好书”并不是充分条件，因为大家通常都非常忙，他们可能非常“有料、有钱（有经费）”，但却未必“有闲”。要知道，写作不仅仅是一项脑力活，它还是一项极花费时间的体力活。

好在还有写成好书的第二条途径，我且称之为“自下而上小兵探道法”。也就是说，写书的作者本身并非领域专家，而是来自科研实战一线，他们的眼前也时常迷茫一片，不得不肉搏每一个理论困惑，手刃每一个技术难题，一路走来，且泣且歌，终于爬上一个小山丘。松了口气，渴了口水，嗯，我要把自己趟过的河，踩过的坑，写出来总结一下，除了自勉，也能让寻路而来的同门或同道中人，不再这么辛苦。

很显然，我把自己定位为第二类（至少梦想是）。

我是一个科技写作爱好者，我在网络上写过很多有关于大数据主题的（主要发表在 CSDN）文章，也有关于深度学习的（主要发表于阿里云-云栖社区）。出于爱好写作的原因，有时我也关注写作的技巧。直到有一天，一位知名人士的一席话，一下子“电着”我了。他说，“写作的终极技巧，就是看你写的东西对读者有没有用。”拿这个标准来衡量一下，什么辞藻华丽、什么文笔优美，都可能是绿叶与浮云。在这一瞬间，我也明白了，为什么我所在的城市，地铁时刻表的变更通知，寥寥几百字，短短没几天，阅读量也可以轻易达到 10 万。嗯，这样的写作，有干货，对读者有用。好作品的要素，它都有！

于是，“对读者有用”，就成为指导我写作这本书的宗旨。以用户的思维度量，就可以比较清晰地知道，什么对读者有用。

当前，人工智能非常火爆。自从 AlphaGo 点燃世人对人工智能的极大热情后，学术界和产业界都积极投身于此，试图分得一杯羹。而当前（至少是当前）人工智能的当红主角就是“深度学习”，它不仅仅表现在 AlphaGo 一战成名的技术上，还表现在图像识别、语音识别、自然语言处理性能提升上，总总而生，林林而群。

当然，想投身于此并非易事，因为深度学习的门槛比较高。为了搞懂深度学习，我把国内市面上大部分与深度学习相关的书籍都买来拜读了（在后记中，我会感谢支持的各种基金），受益匪浅，但至少于我而言，它们大部分的学习曲线都是陡峭的，或者说它们大多高估了初学者的接受程度，为了读懂它们，读者真的需要“深度学习”。

在深度学习领域，的确也有一批高水平的读者，但他们可能并不需要通过相对滞后的书籍来提高自己的知识水平，新鲜出炉的 arXiv 论文，才是他们的“菜”。但高手毕竟有限，懵懵懂懂的初学者，数量还是相当庞大的。

于是，我想，写一本零基础入门的、通俗易懂的、图文并茂的、理论结合实战的深度学习

书籍，对广大的深度学习初学者来说，应该是有用的。

本书的写作风格，也紧扣前面的四个修饰词，章节的安排也是按照循序渐进的节奏展开的。为了降低门槛和强调实践性，本书采用了双主线写作方式，一条主线是理论脉络，从基础的机器学习概念，到感知机、M-P 模型、全连接网络，再到深度学习网络，深入浅出地讲解相关的理论。另外一条主线是实战脉络，从 Python 零基础入门说起，直到 TensorFlow 的高级应用。

全书共分 16 章，具体来说，第 1 章给出深度学习的大图 (Big Picture)，让读者对其有一个宏观认知。第 2 章和第 3 章，给出了机器学习的相关基础理论。仅仅懂理论是不够的，还需要动手实践，用什么实践呢？最热门的机器学习语言非 Python 莫属了。于是我们在第 4 章添加了 Python 基础，以边学边用边提高为基调，并在第 5 章讲解了基于 Python 的机器学习实战。

有了部分 Python 基础，也有了部分机器学习基础，接下来，我们该学习与神经网络相关的理论了。于是在第 6 章至第 10 章，我们先后讲解了 M-P 模型、感知机、多层神经网络、BP 神经网络等知识。其中大部分的理论都配有 Python 实战讲解，就是让读者有“顶天（上接理论）立地（下接实战）”的感觉。接下来的问题就是，如果所有神经网络学习的项目都是 Python 手工编写的，是不是效率太低了呢？

是的，是该考虑用高效率框架的时候了，于是在第 11 章，我们讲解了被广泛认可的深度学习框架 TensorFlow。有了这个基础，后面的深度学习理论就以此做实战基础。第 12 章详细讲解了卷积神经网络。随后，在第 13 章，我们站在实战的基础上，对卷积神经网络的 TensorFlow 实践进行了详细介绍。

任何一项技术都有其不足。在第 14 章，我们讲解了循环递归网络 (RNN)。在第 15 章，我们讲解了长短期记忆 (LSTM) 网络。以上两章内容，并非都是高冷的理论，除了给出理论背后有意思的小故事，还结合 TensorFlow 进行了实战演练。在第 16 章，我们顺便“惊鸿一瞥”解读了 Hinton 教授的新作“神经网络胶囊 (CapsNet)”，点出卷积神经网络的不足，并给出了神经胶囊的详细论述和实践案例分析。

本书中的部分内容（共计 14 篇），先后发表在技术达人云集的云栖社区 (<https://yq.aliyun.com/topic/111>)，然后被很多热心的网友转载到 CSDN、知乎、微信公众号、百度百家等自媒体中，受到了很多读者的认可。于吾心，有乐陶然。

当然，从我对自己的定位——“小兵探道”可知，我对深度学习的认知，仍处于一种探索

阶段，我仍是一个深度学习的学习者。在图书中、在网络中，我学习并参考了很多有价值的资料。这里，我对这些有价值的资料的提供者、生产者，表示深深的敬意和谢意。

有时候，我甚至把自己定位为一个“知识的搬运工”、深度学习知识的梳理者。即使如此，由于学术水平尚浅，我对一些理论或技术的理解，可能是肤浅的，甚至是错误的，所以，如果本书有误，且如果读者“有闲”，不妨给出您的宝贵建议和意见，我在此表示深深的感谢。同时，由于时间和精力有限，很多有用的深度学习理论和技术还没有涉及，只待日后补上。

我的联系信箱为：zhangyuhong001@gmail.com。

张玉宏

2018年3月

读者服务

轻松注册成为博文视点社区用户（www.broadview.com.cn），扫码直达本书页面。

- **下载资源：**本书如提供示例代码及资源文件，均可在[下载资源处](#)下载。
- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在[提交勘误处](#)提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动：**在页面下方[读者评论处](#)留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/34246>



目录

第 1 章 一入侯门“深”似海，深度学习深几许	1
1.1 深度学习的巨大影响	2
1.2 什么是学习	4
1.3 什么是机器学习	4
1.4 机器学习的 4 个象限	5
1.5 什么是深度学习	6
1.6 “恋爱”中的深度学习	7
1.7 深度学习的方法论	9
1.8 有没有浅层学习	13
1.9 本章小结	14
1.10 请你思考	14
参考资料	14
第 2 章 人工“碳”索意犹未尽，智能“硅”来未可知	16
2.1 信数据者得永生吗	17
2.2 人工智能的“江湖定位”	18
2.3 深度学习的归属	19
2.4 机器学习的形式化定义	21
2.5 为什么要用神经网络	24
2.6 人工神经网络的特点	26

2.7	什么是通用近似定理	27
2.8	本章小结	31
2.9	请你思考	31
	参考资料	31
第3章	“机器学习”三重门，“中庸之道”趋若人	33
3.1	监督学习	34
3.1.1	感性认知监督学习	34
3.1.2	监督学习的形式化描述	35
3.1.3	k -近邻算法	37
3.2	非监督学习	39
3.2.1	感性认识非监督学习	39
3.2.2	非监督学习的代表—— K 均值聚类	41
3.3	半监督学习	45
3.4	从“中庸之道”看机器学习	47
3.5	强化学习	49
3.6	本章小结	52
3.7	请你思考	53
	参考资料	53
第4章	人生苦短对酒歌，我用 Python 乐趣多	55
4.1	Python 概要	56
4.1.1	为什么要用 Python	56
4.1.2	Python 中常用的库	58
4.2	Python 的版本之争	61
4.3	Python 环境配置	65
4.3.1	Windows 下的安装与配置	65
4.3.2	Mac 下的安装与配置	72
4.4	Python 编程基础	76
4.4.1	如何运行 Python 代码	77

4.4.2	代码缩进	79
4.4.3	注释	80
4.4.4	Python 中的数据结构	81
4.4.5	函数的设计	93
4.4.6	模块的导入与使用	101
4.4.7	面向对象程序设计	102
4.5	本章小结	112
4.6	请你思考	112
	参考资料	113
第 5 章	机器学习终觉浅, Python 带我来实践	114
5.1	线性回归	115
5.1.1	线性回归的概念	115
5.1.2	简易线性回归的 Python 实现详解	119
5.2	k -近邻算法	139
5.2.1	k -近邻算法的三个要素	140
5.2.2	k -近邻算法实战	143
5.2.3	使用 scikit-learn 实现 k -近邻算法	155
5.3	本章小结	162
5.4	请你思考	162
	参考资料	162
第 6 章	神经网络不胜语, M-P 模型似可寻	164
6.1	M-P 神经元模型是什么	165
6.2	模型背后的那些人和事	167
6.3	激活函数是怎样的一种存在	175
6.4	什么是卷积函数	176
6.5	本章小结	177
6.6	请你思考	178
	参考资料	178

第 7 章 Hello World 感知机，懂你我心才安息	179
7.1 网之初，感知机	180
7.2 感知机名称的由来	180
7.3 感性认识“感知机”	183
7.4 感知机是如何学习的	185
7.5 感知机训练法则	187
7.6 感知机的几何意义	190
7.7 基于 Python 的感知机实战	191
7.8 感知机的表征能力	196
7.9 本章小结	199
7.10 请你思考	199
参考资料	199
第 8 章 损失函数减肥用，神经网络调权重	201
8.1 多层网络解决“异或”问题	202
8.2 感性认识多层前馈神经网络	205
8.3 是浅而“胖”好，还是深而“瘦”佳	209
8.4 分布式特征表达	210
8.5 丢弃学习与集成学习	211
8.6 现实很丰满，理想很骨感	212
8.7 损失函数的定义	213
8.8 热力学定律与梯度弥散	215
8.9 本章小结	216
8.10 请你思考	216
参考资料	217
第 9 章 山重水复疑无路，最快下降问梯度	219
9.1 “鸟飞派”还飞不	220
9.2 1986 年的那篇神作	221
9.3 多层感知机网络遇到的大问题	222