

# Keras

# 深度学习实战

## Deep Learning with Keras

[意大利] 安东尼奥·吉利 (Antonio Gulli) [印度] 苏伊特·帕尔 (Sujit Pal) 著  
王海玲 李昉 译 于立国 审

基于TensorFlow和Theano创建神经网络

Packt

深度学习系列  
DEEP LEARNING SERIES

# Keras

# 深度学习实战

## Deep Learning with Keras

[意大利] 安东尼奥·古利 (Antonio Gulli) [印度] 苏伊特·帕尔 (Sujit Pal) 著

王海玲 李昉 译 于立国 审

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

Keras深度学习实战 / (意) 安东尼奥·古利  
(Antonio Gulli), (印) 苏伊特·帕尔著; 王海玲, 李  
昉译. — 北京: 人民邮电出版社, 2018. 7

(深度学习系列)

ISBN 978-7-115-48222-8

I. ①K… II. ①安… ②苏… ③王… ④李… III. ①  
人工智能—算法 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第064997号

## 版权声明

Copyright © 2017 Packt Publishing. First published in the English language under the title Deep Learning with Keras, ISBN 978-1-78712-842-2.

All rights reserved.

本书中文简体字版由 **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 [意大利] 安东尼奥·古利(Antonio Gulli)  
[印度] 苏伊特·帕尔(Sujit Pal)
- 译 王海玲 李 昉
- 审 于立国
- 责任编辑 王峰松
- 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>  
三河市君旺印务有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 15.75  
字数: 296 千字 2018 年 7 月第 1 版  
印数: 1—3 000 册 2018 年 7 月河北第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2017-7878 号
- 

定价: 59.00 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

作为一款轻量级、模块化的开源深度学习框架，Keras 以容易上手、利于快速原型实现、能够与 TensorFlow 和 Theano 等后端计算平台很好兼容等优点，深受众多开发人员和研究人员的喜爱。

本书结合大量实例，简明扼要地介绍了目前热门的神经网络技术和深度学习技术。从经典的多层感知机到用于图像处理的深度卷积网络，从处理序列化数据的循环网络到伪造仿真数据的生成对抗网络，从词嵌入到 AI 游戏应用中的强化学习，引领读者一层一层揭开深度学习的面纱，并在逐渐清晰的理论框架下，提供多个 Python 编码实例，方便读者动手实践。

通过阅读本书，读者不仅能学会使用 Keras 快捷构建各个类型的深度网络，还可以按需自定义网络层和后端功能，从而提升自己的 AI 编程能力，在成为深度学习专家的路上更进一步。

# 本书赞誉

绕开晦涩的理论和艰深的数学逻辑，你可以像搭建乐高积木一样搭建自己的深度学习模型，是不是很神奇呢？这就是 Keras 框架带给我们的乐趣。而本书作为一本展现诸多实现细节的指导书，定会成为你桌头案边的最佳伙伴。

——云从科技副总裁 张立

Keras 是深度学习领域最受欢迎的框架之一。译者李昉一直在集智俱乐部参与学术文章的翻译工作。本书的出版对有志于了解、学习深度学习的读者来说是一个非常好的消息。

——北京师范大学系统科学学院教授，博士生导师，集智俱乐部、AI 学园创始人，腾讯研究院、阿里研究院、网络智库专家 张江

很高兴看到这本书中文译本的出版。本书译者都曾在我的培训班学习，他们为此付出很多时间。如果你了解一些深度学习理论，如果你想快速构建自己的应用，那么这本书无疑可以给你提供巨大的帮助。

——炼数成金创始人、首席科学家 黄志洪

Keras 为支持快速实验而生，这个基于模块化和易扩展性的 API 一直以“user friendly”著称。作者 Antonio Gulli 作为谷歌在机器学习领域重量级专家之一，发表过很多篇有行业影响力的专业论述。本书是一本实用操作手册，译者也是深耕机器学习领域的先行者和实践者，强烈推荐给所有致力于在此领域摸索和创新的从业者。

——上海前隆信息科技有限公司数据中心总监 苏波

本书以由浅入深、由原理到场景的方式介绍了深度学习框架 Keras 的应用。通过基础神经网络到复杂模型的深度剖析，配以丰富的实例展示，让每一位读者都能深刻地体会到 Keras 及深度学习的魅力。本书的中文译本忠实于英文原著，讲解详尽，内容充实，是每一位深度学习的技术爱好者必读的书目，也是每一位 Keras 爱好者的必备宝典。

——Splunk 系统架构师 张天犁

# 作者简介

作者 Antonio Gulli 是企业领导和软件部门高管，极具创新精神和执行力，并乐于发现和管理全球高科技人才。他是搜索引擎、在线服务、机器学习、信息检索、数据分析以及云计算等多方面的专家。目前，他幸运地拥有欧洲 4 个不同国家的工作经验，并管理过来自欧洲和美国 6 个不同国家的员工。Antonio 在出版业（Elsevier）、消费者互联网（Ask.com 和 Tiscali）以及高科技研发（微软和谷歌）等多个跨度的行业里历任 CEO、GM、CTO、副总裁、总监及区域主管。

---

我要感谢我的共同作者 Sujit Pal，他如此聪明、谦逊，并总是乐于提供帮助。我一直很赞赏他的团队精神，这种精神成就了本书。

我要感谢 Francois Chollet（以及 Keras 的其他的很多贡献者），他们花费了大量时间和精力构建了这个如此容易上手但又不牺牲过多功能的深度学习工具。

我还要感谢本书的编辑们，来自 Packt 的 Divya Poojari、Cheryl Dsa 和 Dinesh Pawar，以及来自 Packt 和谷歌的审稿者，非常感谢他们的支持和诸多有价值的建议。如果没有他们就没有本书。

我要感谢我在谷歌工作时的经理 Brad 以及同事 Mick 和 Corrado，他们鼓励我撰写本书，并一直帮助我审核书中内容。

我要感谢位于华沙的知名茶馆和咖啡厅 Same Fusy，我就是在这里喝茶时获得了编写本书的灵感，这里的茶是从上百种选择里选出来的。这个地方很棒，如果你正在寻找一个激发你创造力的地方，我强烈推荐你来这里。

我还要感谢谷歌的 HRBP 对我将本书版税悉数捐献给民族多样性奖学金的支持。

我要感谢我的朋友 Eric、Laura、Francesco、Ettore 和 Antonella 在我需要的时候给予我的帮助。友谊之树常青，你们是我永远的朋友。

我要感谢我的儿子 Lorenzo 对我加入谷歌的鼓励，感谢我儿子 Leonardo 持久发现新事物的热忱，感谢我女儿 Aurora 每天都带给我微笑。

最后感谢我的父亲 Elio、母亲 Maria 给我的爱。

---



Sujit Pal 是 Elsevier Labs 技术研发主管，致力于构建围绕研发内容和元数据的智能系统。他的主要兴趣包括信息检索、本体论、自然语言处理、机器学习，以及分布式处理。他现在的工作是利用深度学习模型对图像进行分类和相似度识别。在此之前，他在客户卫生保健行业工作，帮助构建基于本体论的语义搜索、关联广告，以及 EMR 数据处理平台。他在他的博客 Salmon Run 上发表技术文章。

---

我要感谢本书的共同作者 Antonio Gulli，感谢他邀请我共同写作本书。这对我来说是一个非常难得的机会，我从中学到了很多。假如他不曾邀请我，我就绝不可能取得今日的成绩。

我要感谢 Elsevier 实验室的主管 Ron Daniel 和首席架构师 Bradley P Allen，他们引导我进入深度学习的领域，并让我对此痴迷不已。

我要感谢 Francois Chollet（以及 Keras 的其他的很多贡献者），他们花费了大量时间和精力构建了这个如此容易上手但又不牺牲过多功能的深度学习工具。

感谢来自 Packt 的编辑们——Divya Poojari、Cheryl Dsa 和 Dinesh Pawar，以及来自 Packt 和谷歌的审稿者，非常感谢他们的支持和诸多有价值的建议。如果没有他们就没有本书。

我要感谢我历年的同事和经理们，特别是那些曾经帮助过我并让我的职业生涯不断进取、改变的人们。

最后，我要感谢我的家人，在过去的几个月里容忍我工作第一、写书第二，然后才是顾家。希望你们都觉得这是值得的。

---

# 英文版审稿人简介

Nick McClure 是一名资深数据科学家,现供职于美国西雅图市的 PayScale 公司。此前,他曾在 Zillow 和凯撒娱乐工作。他分别于蒙大拿大学、圣本迪克学院和圣约翰大学获得应用数学的相关学位。Nick 著有一本由 Packt 出版公司出版的书籍《TensorFlow Machine Learning Cookbook》。他热衷于学习研究数据分析、机器学习和人工智能技术。有时他会把突然得到的奇思妙想发表在他的博客上或是他的推特上。



## 译者简介

### 王海玲

大学毕业于吉林大学计算机系，从小喜爱数学，曾获得华罗庚数学竞赛全国二等奖。拥有世界 500 强企业多年研发经验。作为项目骨干成员，参与过美国惠普实验室机器学习项目。

### 李 昉

毕业于东北大学自动化系，大学期间曾获得“挑战杯”全国一等奖。拥有世界 500 强企业多年研发经验，随后加入互联网创业公司。2013 年开始带领研发团队将大数据分析运用于“预订电商”价格分析预测（《IT 经理世界》2013 年第 6 期）。现在中体彩彩票运营公司负责大数据和机器学习方面的研发。同时是集智俱乐部成员，参与翻译人工智能图书《Deep Thinking》。

## 中文版审校者简介

于立国，现任国美大数据研究院研发总监，曾任知名上市互联网广告公司——品众互动研发总监，也曾在 Adobe 数字化营销部门担任资深负责人，对大数据、人工智能、互联网广告领域深有研究。

# 前言

本书特为软件工程师和数据科学家编写，书中简明而全面地介绍了目前的神经网络、人工智能和深度学习技术。

## 本书的目标

这本书展示了基于 Keras 框架、以 Python 编码的 20 多种有效的神经网络。Keras 是一个模块化的神经网络库，它能运行于谷歌的 TensorFlow 和 Lisa 实验室的 Theano 的后端之上。

本书循序渐进地介绍了简单线性回归、传统多层感知机，以及更复杂的深度卷积网络和生成对抗网络等监督学习算法。另外，本书还介绍了自动感知机和生成式网络等非监督学习算法，并详细阐述了回归网络和长短期记忆网络（LSTM）。本书后续章节将陆续介绍 Keras 的各种函数 API，以及用户实例在现有的丰富的函数库没有涵盖的情况下，如何自定义 Keras。本书还探讨了用前面提到的模块构造更大型、更复杂的系统。本书最后介绍了深度强化学习和如何应用其构建游戏 AI。

练习的应用程序代码包括新闻分类、文本句法分析、情感分析、人工文本合成，以及语音标注。我们也探讨了图像处理技术，包括如何识别手写数字图像、图像的自动归类，以及基于相关图像注释的高级对象识别。我们还提供了一个面部凸点检测识别的实例。声音识别包括了对来自不同讲话者的离散语音识别。强化学习则被用来构建一个可以自主玩游戏的深度  $Q$  学习网络。

实验是本书的核心，通过多个变量改变输入的参数、网络模型、损失函数和优化算法，我们得以逐步改进神经网络的学习性能。我们还会比较不同 CPU 和 GPU 运行条件下的训练效率。

## 深度学习和机器学习、人工智能的区别

人工智能是一个非常广泛的研究领域，主要研究如何让机器表现出人类的认知能力，

例如学习行为、和环境的主动交互、演绎推理、计算机视觉、语音识别、问题解决、知识展现、感知能力等（更多信息请参考《Artificial Intelligence: A Modern Approach》，作者 S. Russell 和 P. Norvig, Prentice Hall, 2003）。通俗来讲，人工智能就是任何让机器模仿人类的智能行为的技术。人工智能从计算机科学、数学和统计学等学科中获得了很大的启发。

机器学习是人工智能的一个分支，主要研究如何使机器在不必要额外编程的情况下，学会执行特定任务（更多信息请参考《Pattern Recognition and Machine Learning》，作者 C. M. Bishop, Springer, 2006）。事实上，机器学习的核心思想在于可以通过创建算法让机器通过数据进行学习并预测数据。现在的机器学习有 3 个大的分类：第一种是监督学习，机器通过已知的输入和对应的预期输出进行样本训练，以对全新的未知数据进行有意义的预测；第二种是无监督学习，机器只能通过输入的数据，在没有外界监督的情况下自己发现有意义的结构；第三种是强化学习，机器作为同环境进行交互的代理，学习哪些行为能获得奖赏。

深度学习是利用人工神经网络进行机器学习的方法论里的一个特定子集，如图 0.1 所示。而人工神经网络的灵感来自于人类大脑神经元的结构（更多信息请参考文章《Learning Deep Architectures for AI》，作者 Y. Bengio, Found. Trends, vol. 2, 2009）。非正式地讲，deep 这个词通常指的是人工神经网络中存在多个层次，但这种说法已随着时间的推移而改变。4 年前，10 层就是一个很高效的深度学习网络，而今天，至少几百层的网络才被认为是深度的。

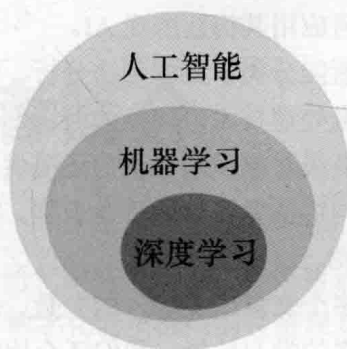


图 0.1

深度学习对机器学习来说是一次真正的海啸（更多信息请参考《Computational Linguistics and Deep Learning》，作者 C.D.Manning, Computational Linguistics, vol. 41, 2015），它虽然只有相对较少的巧妙的方法，却被成功地应用到非常多的不同的领域（图像、文本、视频、语音和视觉），显著改进了过去几十年的技术发展水平。深度学习的成功还因为现

在有了更多的可用于训练的数据（如来自 ImageNet 的图像），以及可用于高效数值计算的相对低廉、可用的 GPU。谷歌、微软、亚马逊、苹果、脸书，以及其他很多公司每天都在应用这种深度学习技术进行大量的数据分析。目前，此类专项工作不再局限于纯学术研究领域以及大型工业化公司，它已经成为软件产业里一个不可分割的部分，读者应该对此有所掌握。本书不要求特定的数学背景知识，但我们将假设读者是一个 Python 程序员。

## 本书涵盖的内容

第 1 章，神经网络基础，讲述神经网络的基础知识。

第 2 章，Keras 安装和 API，展示如何在 AWS、Microsoft Azure、Google Cloud，以及你自己的机器上安装 Keras，并提供对 Keras API 的概览。

第 3 章，深度学习之卷积网络，介绍卷积网络的概念。这是深度学习的一个重要创新，最初的构想是为了图像处理，但现在在文本、视频和语音等多领域都有成功的应用。

第 4 章，生成对抗网络和 WaveNet，介绍了利用生成对抗网络来合成如同人类自己产生的数据。我们还会介绍 WaveNet，这是一个可用于生成高质量人类语音以及乐器音的深度神经网络。

第 5 章，词嵌入，讨论词向量相关的一套深度学习方法，用于检测词汇和相似语义词汇组的关系。

第 6 章，循环神经网络 RNN，讲述循环神经网络的技术和应用，这是一类优化过的用于处理文本等序列化数据的网络。

第 7 章，其他深度学习模型，简要介绍 Keras API、回归网络，以及自动编码机等。

第 8 章，游戏中的 AI，教你如何进行深度强化学习，以及如何用 Keras 构建基于奖赏反馈的街机游戏玩儿法的深度学习网络。

第 9 章，结束语，快速回顾本书内容，并向用户介绍 Keras 2.0 的新特性。

## 本书的阅读前提

为了让您流畅地阅读各个章节，你需要准备以下软件：

TensorFlow 1.0.0 或者更高版本；

Keras 2.0.2 或者更高版本；

Matplotlib 1.5.3 或者更高版本；

Scikit-learn 0.18.1 或者更高版本；

NumPy 1.12.1 或者更高版本。

推荐硬件清单如下：

32 位或者 64 位架构；

2GHz 以上 CPU；

4GB RAM；

至少 10GB 硬盘空间。

## 本书的目标读者

如果您是有经验的机器学习数据科学家或者有过神经网络实践的人工智能程序员，您会发现这是一本很好的关于 Keras 深度学习的入门教材。

阅读本书需要一些 Python 的知识。

# 资源与支持

本书由异步社区出品，社区（<https://www.epubit.com/>）为您提供相关资源和后续服务。

## 配套资源

本书提供如下资源：

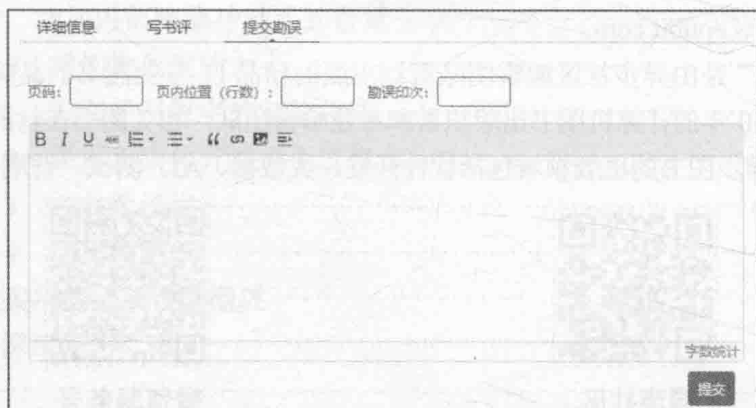
- 本书源代码；
- 书中彩图文件。

要获得以上配套资源，请在异步社区本书页面中点击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

## 提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，单击“提交勘误”，输入勘误信息，点击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。



The screenshot shows a web form for submitting勘误 (勘误). At the top, there are three tabs: '详细信息' (Detailed Information), '写书评' (Write a Review), and '提交勘误' (Submit勘误), with '提交勘误' being the active tab. Below the tabs, there are three input fields: '页码:' (Page Number), '页内位置 (行数):' (Page Position (Line Number)), and '勘误次数:' (勘误次数). Below these fields is a rich text editor with a toolbar containing icons for bold (B), italic (I), underline (U), bulleted list, numbered list, link, and unlink. At the bottom right of the form, there is a '字数统计' (Character Count) label and a '提交' (Submit) button.



## 扫码关注本书

扫描下方二维码,您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



## 与我们联系

我们的联系邮箱是 [contact@epubit.com.cn](mailto:contact@epubit.com.cn)。

如果您对本书有任何疑问或建议,请您发邮件给我们,请在邮件标题中注明本书书名,以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频,或者参与图书翻译、技术审校等工作,可以发邮件给我们;有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿(直接访问 [www.epubit.com/selfpublish/submission](http://www.epubit.com/selfpublish/submission) 即可)。

如果您是学校、培训机构或企业,想批量购买本书或异步社区出版的其他图书,也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为,包括对图书全部或部分内容的非授权传播,请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护,也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

## 关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区,致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品,为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月,提供大量精品 IT 技术图书和电子书,以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌,依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队,相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区



微信服务号

# 目录

<b>第 1 章 神经网络基础</b> .....	1
1.1 感知机.....	2
第一个 Keras 代码示例.....	3
1.2 多层感知机——第一个神经网络的示例.....	3
1.2.1 感知机训练方案中的问题.....	4
1.2.2 激活函数——sigmoid.....	5
1.2.3 激活函数——ReLU.....	5
1.2.4 激活函数.....	6
1.3 实例——手写数字识别.....	6
1.3.1 One-hot 编码——OHE.....	7
1.3.2 用 Keras 定义简单神经网络.....	7
1.3.3 运行一个简单的 Keras 网络并创建基线.....	10
1.3.4 用隐藏层改进简单网络.....	11
1.3.5 用 dropout 进一步改进简单网络.....	14
1.3.6 Keras 中的不同优化器测试.....	16
1.3.7 增加训练轮数.....	20
1.3.8 控制优化器的学习率.....	20
1.3.9 增加内部隐藏神经元的数量.....	21
1.3.10 增加批处理的大小.....	22
1.3.11 识别手写数字的实验总结.....	22
1.3.12 采用正则化方法避免过拟合.....	22
1.3.13 超参数调优.....	24
1.3.14 输出预测.....	24
1.4 一种实用的反向传播概述.....	25
1.5 走向深度学习之路.....	26
1.6 小结.....	27

---

<b>第2章 Keras 安装和 API</b> .....	28
2.1 安装 Keras.....	28
2.1.1 第1步——安装依赖项.....	28
2.1.2 第2步——安装 Theano.....	29
2.1.3 第3步——安装 TensorFlow.....	29
2.1.4 第4步——安装 Keras.....	30
2.1.5 第5步——测试 Theano、TensorFlow 和 Keras.....	30
2.2 配置 Keras.....	31
2.3 在 Docker 上安装 Keras.....	32
2.4 在谷歌 Cloud ML 上安装 Keras.....	34
2.5 在亚马逊 AWS 上安装 Keras.....	36
2.6 在微软 Azure 上安装 Keras.....	37
2.7 Keras API.....	39
2.7.1 从 Keras 架构开始.....	40
2.7.2 预定义神经网络层概述.....	40
2.7.3 预定义激活函数概述.....	43
2.7.4 损失函数概述.....	44
2.7.5 评估函数概述.....	44
2.7.6 优化器概述.....	44
2.7.7 一些有用的操作.....	44
2.7.8 保存和加载权重及模型结构.....	45
2.8 自定义训练过程的回调函数.....	45
2.8.1 检查点设置.....	45
2.8.2 使用 TensorBoard.....	47
2.8.3 使用 Quiver.....	47
2.9 小结.....	48
<b>第3章 深度学习之卷积网络</b> .....	49
3.1 深度卷积神经网络——DCNN.....	50
3.1.1 局部感受野.....	50
3.1.2 共享权重和偏置.....	51
3.1.3 池化层.....	51
3.2 DCNN 示例——LeNet.....	52