

### 版权相关注意事项：

- 1、书籍版权归著者和出版社所有
- 2、本PDF来自于各个广泛的信息平台，经过整理而成
- 3、本PDF仅限用于非商业用途或者个人交流研究学习使用
- 4、本PDF获得者不得在互联网上以任何目的进行传播
- 5、如果觉得书籍内容很赞，请一定购买正版实体书，多多支持编写高质量的图书的作者和相应的出版社！当然，如果图书内容不堪入目，质量低下，你也可以选择狠狠滴撕裂本PDF
- 6、技术类书籍是拿来获取知识的，不是拿来收藏的，你得到了书籍不意味着你得到了知识，所以请不要得到书籍后就觉得沾沾自喜，要经常翻阅！！经常翻阅
- 7、请于下载PDF后24小时内研究使用并删掉本PDF



- 由浅入深地介绍Keras与TensorFlow深度学习类神经网络
- 使用实际的数据集配合范例程序代码介绍各种深度学习算法，并示范如何进行数据预处理、训练数据、建立模型和预测结果

# TensorFlow + Keras

林大贵 著

## 深度学习人工智能实践应用

人工智能时代必须学习的新技术



清华大学出版社





# TensorFlow<sup>+</sup> Keras

深度学习人工智能实践应用

林大贵 著

清华大学出版社  
北京



## 内 容 简 介

本书提供安装、上机操作指南，同时辅以大量范例程序介绍 TensorFlow + Keras 深度学习方面的知识。本书分 9 部分，共 21 章，内容主要包括基本概念介绍、TensorFlow 与 Keras 的安装、Keras MNIST 手写数字识别、Keras CIFAR-10 照片图像物体识别、Keras 多层感知器预测泰坦尼克号上旅客的生存概率、使用 Keras MLP、RNN、LSTM 进行 IMDb 自然语言处理与情感分析、以 TensorFlow 张量运算仿真神经网络的运行、TensorFlow MNIST 手写数字识别、使用 GPU 大幅加快深度学习训练。

TensorFlow + Keras 深度学习方面的知识不需要具备高等数学模型、算法等专业知识，读者只需要具备基本的 Python 程序设计能力，按照本书的步骤循序渐进地学习，就可以了解深度学习的基本概念，进而实际运用深度学习的技术。

本书为博硕文化股份有限公司授权出版发行的中文简体字版本

北京市版权局著作权合同登记号：图字 01-2017-6576

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+Keras 深度学习人工智能实践应用 / 林大贵著. —北京：清华大学出版社，2018 (2018.4重印)  
ISBN 978-7-302-49302-0

I. ①T… II. ①林… III. ①人工智能—算法—研究 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 004552 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：杨艳

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈：010-62772015，[zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者：三河市金元印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：190mm×260mm

印 张：20.75

字 数：531 千字

版 次：2018 年 2 月第 1 版

印 次：2018 年 4 月第 2 次印刷

印 数：3001~5000

定 价：69.00 元

产品编号：077469-01

# 序

深度学习是人工智能/机器学习研究中的一个新领域，它的概念源于人工神经网络的研究，目的在于建立含有多个隐含层的多层感知器的一种深度学习结构，以此来模拟人脑进行分析学习的神经网络。深度学习在视觉识别（人脸识别或面部表情识别）、图像识别、语音识别、文字识别和生物医学等方面的应用中具有优势，而且已经取得了非常好的效果。

对于具有人工智能和机器学习基本概念的读者或者开发者，想“更上一层楼”掌握深度学习理论和技术，并希望可以在实践中快速运用深度学习技术，那么本书就非常合适。对于开设了“深度学习”人工智能课程的高等院校，本书可以作为学生上机实践的实验用书。

本书介绍的 TensorFlow+Keras 深度学习与类神经网络不需要读者具有高等数学建模的专业知识，也不需要具有计算机专业深厚的算法知识和精专的程序设计技能，读者只需要具有基本的 Python 程序设计能力，而后按照本书的章节循序渐进地学习，就可以了解深度学习的基本概念，而且可以按照书中的详细步骤来运用本书提供的大量范例程序，通过上机实践操作来实际实现深度学习技术。

本书的范例程序不需要修改就可以直接运行，而且同时支持 Windows 环境和 Linux Ubuntu 环境，读者只要按照书中的说明下载和安装好 CUDA、cuDNN、TensorFlow GPU 版本与 Keras 即可。

本书附录 A 提供了下载全部范例程序的网址和步骤，这些范例程序使用实际的数据集来实现各种深度学习的算法，并示范如何进行数据预处理、训练数据、建立模型、预测结果，展示如何把 Keras 与 TensorFlow 深度学习类神经网络运用到具体的应用中。

深度学习会用到大数据技术，而且本书的范例要用到 Python 程序设计语言，本书并



未在这些方面深入讲解，建议需要学习这方面内容的读者去寻找相关出版物，以便能更好地结合本书来学习和实践深度学习技术，从而完善自己在人工智能知识方面的结构。

资深架构师 赵军

2017年11月

# 前言

近年来，人工智能（Artificial Intelligence，AI）吸引了大众与媒体的目光，AlphaGo 的成功更加让人工智能技术变得炙手可热，其实 AI 早已进入了我们的生活，如手机中的语音助理、人脸识别、影音平台每日的推荐等。然而，人工智能的发展才刚刚起步，未来人工智能的应用将会深入生活的每一个层面，也就是说未来一定是 AI 的时代。

深度学习是人工智能中成长最快的领域，深度学习就是仿真人类神经网络的工作方式，常见的深度学习架构有深度神经网络（DNN）、卷积神经网络（CNN）、递归神经网络（RNN）等。深度学习特别适用于视觉识别、语音识别、自然语言处理、识别癌细胞等领域，目前已经取得非常好的效果。

近年来，各大科技公司（如 Google、Microsoft、Facebook、Amazon、Tesla 等）都积极投入到深度学习领域进行研发。以 Google 公司为例，它在 2014 年以 4 亿美元并购了 DeepMind 公司。2016 年，由 DeepMind 开发的人工智能围棋程序 AlphaGo 以 4:1 击败了世界级围棋冠军李世石，引起了网络与媒体的注目，让人们了解到深度学习的威力强大。

TensorFlow 最初由 Google Brain Team 团队开发，Google 使用 TensorFlow 进行研究及开发自身产品，并于 2015 年公开了它的源代码，所有的开发者都可以免费使用。Google 的很多产品早就使用了机器学习或深度学习，例如 Gmail 过滤垃圾邮件、Google 语音识别、图像识别、翻译等。

TensorFlow 功能强大，执行效率高，支持各种平台。但是，TensorFlow 是比较底层的深度学习链接库，学习门槛高，对于从未接触过深度学习的初学者，如果一开始就学习 TensorFlow，就要面对其特殊的“计算图”（computational graph）程序设计模式，还必须自行设计张量（Tensor）运算，可能会有很大的挫折感。

所以本书先介绍 Keras，这是以 TensorFlow 为底层的、高级的深度学习链接库，可以很容易地建立深度学习模型，进行训练并使用模型预测，对初学者而言学习门槛较低。等

读者熟悉了深度学习模型后，再去学习 TensorFlow 就很轻松了。

近年来，深度学习和人工智能技术快速发展的一个很重要的因素是，GPU 提供了强大的并行运算架构，可以让深度学习训练比用 CPU 来进行要快数十倍。本书也特别介绍了 GPU 的安装与应用，读者只需要有 NVIDIA 显示适配器（显卡），然后按照本书的介绍依次安装 CUDA、cuDNN、TensorFlow GPU 版本与 Keras，就可以使用 GPU 大幅加快深度学习的训练。

林大贵



# 本书章节与范例程序介绍

## 本书的目标读者

使用 TensorFlow+Keras 深度学习与类神经网络不需要具备高等数学模型、算法等专业知识，读者只需要具有基本的 Python 程序设计能力，按照本书的步骤循序渐进地学习，就可以了解深度学习的基本概念，进而实际运用深度学习的技术。

本书的特色是提供安装、上机操作指南，同时辅以大量范例程序。

### ➤ 上机操作

本书详细介绍了如何在 Windows 与 Linux Ubuntu 系统上安装 Anaconda、TensorFlow 与 Keras，用于深度学习的程序设计，并且详细介绍了安装 CUDA、cuDNN、TensorFlow GPU 版本与 Keras 的步骤，用于加快深度学习的训练速度。

### ➤ 范例程序

以实际范例程序来学习程序设计是最有效率的方式。因此本书使用实际的数据集配合范例程序代码来介绍各种深度学习算法，并示范如何进行数据预处理、训练数据、建立模型、预测结果，由浅入深地介绍 Keras 与 TensorFlow 深度学习类神经网络。

## 本书章节内容及上机实践操作与范例程序介绍

### ➤ 基本概念介绍

章节	章节名称	说明
1	人工智能、机器学习与深度学习简介	介绍人工智能、机器学习、深度学习等基本原理与概念
2	深度学习的原理	介绍如何以矩阵数学公式来仿真类神经网络的运行
3	TensorFlow 与 Keras 介绍	介绍 TensorFlow 与 Keras 的基本原理、概念与应用

### ➤ TensorFlow 与 Keras 的安装

章节	章节名称	说明
4	在 Windows 中安装 TensorFlow 与 Keras	上机操作 介绍如何在 Windows 中建立 Anaconda 虚拟环境，并且安装 TensorFlow 与 Keras
5	在 Linux Ubuntu 中安装 TensorFlow 与 Keras	上机操作 介绍如何在 Ubuntu Linux 操作系统中安装 TensorFlow 与 Keras

### ➤ Keras MNIST 手写数字识别

章节	章节名称	说明
6	Keras MNIST 手写数字识别数据集	范例程序 Keras_Mnist_Introduce.ipynb 介绍如何下载与读取 MNIST 手写数字数据集，并且进行数据预处理
7	Keras 多层感知器识别手写数字	范例程序 Keras_Mnist_MLP_h256.ipynb 使用多层感知器 MLP 模型识别 MNIST 数据集的手写数字 范例程序 Keras_Mnist_MLP_h1_1000.ipynb 将 MLP 模型加宽，以提高准确率 范例程序 Keras_Mnist_MLP_h1_1000_DropOut.ipynb 将 MLP 模型加宽并加入 DropOut 以避免过度拟合，提高准确率 范例程序 Keras_Mnist_MLP_h1000_DropOut_h1000_DropOut.ipynb 将 MLP 模型加宽、加深，以提高准确率
8	Keras 卷积神经网络识别手写数字	范例程序 Keras_Mnist_CNN.ipynb 使用卷积神经网络识别 MNIST 数据集中的手写数字，其分类精度接近 0.99

### ➤ Keras CIFAR-10 照片图像物体识别

章节	章节名称	说明
9	Keras CIFAR-10 图像识别数据集	范例程序 Keras_Cifar_CNN_Introduce.ipynb 介绍下载、读取与数据预处理 CIFAR-10 图像识别数据集，共 10 种分类：飞机、汽车、鸟、猫、鹿、狗、青蛙、马、船、卡车
10	Keras 卷积神经网络识别 CIFAR-10 图像	范例程序 Keras_Cifar_CNN.ipynb 使用卷积神经网络识别 CIFAR-10 图像 范例程序 Keras_Cifar_CNN_Deepier_Conv3.ipynb 将 CNN 模型加宽、加深，以 3 次的卷积与池化运算提高准确率

### ➤ Keras 多层感知器预测泰坦尼克号上旅客的生存概率

章节	章节名称	说明
11	Keras 泰坦尼克号上的旅客数据集	范例程序 Keras-Taianic_Introduce.ipynb 介绍如何使用 Python Pandas 下载、读取泰坦尼克号的数据集，并且介绍泰坦尼克号数据集的特色，进行数据的预处理
12	Keras 多层感知器预测泰坦尼克号上旅客的生存概率	范例程序 Keras-Taianic_MLP.ipynb 建立多层感知器模型，预测泰坦尼克号上旅客的生存概率，并预测《泰坦尼克号》电影男女主角的生存概率，找出泰坦尼克号上其他旅客的感人故事

### ➤ 使用 Keras MLP、RNN、LSTM 进行 IMDb 自然语言处理与情感分析

章节	章节名称	说明
13	IMDb 网络电影数据集与自然语言处理	范例程序 Keras_Imdb_Introduce.ipynb 介绍如何以 Keras 下载、读取 IMDb 网络电影，并进行自然语言处理





章节	章节名称	说明
14	Keras 建立 MLP、RNN、LSTM 模型进行 IMDB 情感分析	范例程序 Keras_Imdb_MLP.ipynb 使用 Keras 建立多层感知器模型进行 IMDB 情感分析 范例程序 Keras_Imdb_MLP_Large.ipynb 在自然语言处理时，加入更多字数的字典与影评文字长度，以提高准确率 范例程序 Keras_Imdb_RNN.ipynb 使用 Keras 建立递归神经网络模型进行 IMDB 情感分析 范例程序 Keras_Imdb_LSTM.ipynb 使用 Keras 建立长短期记忆模型进行 IMDB 情感分析

### ➤ 以 TensorFlow 张量运算仿真神经网络的运行

章节	章节名称	说明
15	TensorFlow 程序设计模式	范例程序 TensorFlow_Basic.ipynb 介绍 TensorFlow 程序设计模式的概念以及张量的基本运算 范例程序 TensorFlow_Board_area.ipynb 示范如何以可视化的方式来查看所建立的“计算图”
16	以 TensorFlow 张量运算仿真神经网络的运行	范例程序 TensorFlow_Tensor_neural.ipynb 介绍以 TensorFlow 张量（矩阵）运算来模拟类神经网络的运行，并且建立 layer 函数，后续可以用于构建多层感知器

### ➤ TensorFlow MNIST 手写数字识别

章节	章节名称	说明
17	TensorFlow MNIST 手写数字识别数据集	范例程序 TensorFlow_Mnist_Introduce.ipynb 介绍如何以 TensorFlow 下载、读取 MNIST 手写数字数据集
18	TensorFlow 多层感知器识别手写数字	范例程序 TensorFlow_Mnist_MLP_h256.ipynb 使用 TensorFlow 构建多层感知器模型，识别 MNIST 数据集的手写数字 范例程序 TensorFlow_Mnist_MLP_h1000.ipynb 将 MLP 模型加宽，以提高准确率 范例程序 TensorFlow_Mnist_MLP_h1000-h1000.ipynb 将 MLP 模型加深、加宽，以提高准确率
19	TensorFlow 卷积神经网络识别手写数字	范例程序 TensorFlow_Mnist_CNN.ipynb 示范如何使用 TensorFlow 卷积神经网络完成手写数字识别功能

### ➤ 使用 GPU 大幅加快深度学习训练

章节	章节名称	说明
20	TensorFlow GPU 版本的安装	上机操作 示范如何建立 Anaconda 虚拟环境并安装 Nvidia CUDA、cuDNN、TensorFlow GPU 版本、Keras

章节	章节名称	说明
21	使用 GPU 加快 TensorFlow 与 Keras 训练	范例程序 Test_GPU.ipynb 示范如何在 TensorFlow GPU 执行环境中实际测试 CPU 与 GPU 执行效率的差异 范例程序 TensorFlow_Mnist_MLP_h1000.ipynb 使用这个实际范例测试 TensorFlow 程序在 CPU 与 GPU 中执行效率的差异 范例程序 Keras_Cifar_CNN.ipynb 使用这个实际范例测试 Keras 程序在 CPU 与 GPU 中执行效率的差异

### ➤ 本书范例程序下载

下载网址：<https://pan.baidu.com/s/1c2rXnH2>（注意区分数字和英文字母大小写）。

如果下载有问题，请发送电子邮件至 [booksaga@126.com](mailto:booksaga@126.com)，邮件主题设置为“求 TensorFlow+Keras 深度学习人工智能实践应用范例程序”。

### ➤ 指令整理

安装 Tensor 与 Keras 必须使用 Windows 或 Linux 指令。为了方便读者练习，将这些指令整理在与本书有关的微博中。读者可以从微博中复制这些指令，然后粘贴到 Windows “命令提示符”窗口或 Linux “终端”程序中，以节省打字的时间，避免输错字母或字符。微博网址如下：

<https://www.weibo.com/hadoopsparkbook>



# 目 录

第 1 章 人工智能、机器学习与深度学习简介.....	1
1.1 人工智能、机器学习、深度学习的关系.....	2
1.2 机器学习介绍.....	4
1.3 机器学习分类.....	4
1.4 深度学习简介.....	7
1.5 结论.....	8
第 2 章 深度学习的原理.....	9
2.1 神经传导的原理.....	10
2.2 以矩阵运算仿真神经网络.....	13
2.3 多层感知器模型.....	14
2.4 使用反向传播算法进行训练.....	16
2.5 结论.....	21
第 3 章 TensorFlow 与 Keras 介绍.....	22
3.1 TensorFlow 架构图.....	23
3.2 TensorFlow 简介.....	24
3.3 TensorFlow 程序设计模式.....	26
3.4 Keras 介绍.....	27
3.5 Keras 程序设计模式.....	28
3.6 Keras 与 TensorFlow 比较.....	29
3.7 结论.....	30
第 4 章 在 Windows 中安装 TensorFlow 与 Keras.....	31
4.1 安装 Anaconda.....	32

4.2	启动命令提示符 .....	35
4.3	建立 TensorFlow 的 Anaconda 虚拟环境 .....	37
4.4	在 Anaconda 虚拟环境安装 TensorFlow 与 Keras .....	40
4.5	启动 Jupyter Notebook .....	42
4.6	结论 .....	48
<b>第 5 章</b>	<b>在 Linux Ubuntu 中安装 TensorFlow 与 Keras .....</b>	<b>49</b>
5.1	安装 Anaconda .....	50
5.2	安装 TensorFlow 与 Keras .....	52
5.3	启动 Jupyter Notebook .....	53
5.4	结论 .....	54
<b>第 6 章</b>	<b>Keras MNIST 手写数字识别数据集 .....</b>	<b>55</b>
6.1	下载 MNIST 数据 .....	56
6.2	查看训练数据 .....	58
6.3	查看多项训练数据 images 与 label .....	60
6.4	多层感知器模型数据预处理 .....	62
6.5	features 数据预处理 .....	62
6.6	label 数据预处理 .....	64
6.7	结论 .....	65
<b>第 7 章</b>	<b>Keras 多层感知器识别手写数字 .....</b>	<b>66</b>
7.1	Keras 多元感知器识别 MNIST 手写数字图像的介绍 .....	67
7.2	进行数据预处理 .....	69
7.3	建立模型 .....	69
7.4	进行训练 .....	73
7.5	以测试数据评估模型准确率 .....	77
7.6	进行预测 .....	78
7.7	显示混淆矩阵 .....	79
7.8	隐藏层增加为 1000 个神经元 .....	81
7.9	多层感知器加入 DropOut 功能以避免过度拟合 .....	84
7.10	建立多层感知器模型包含两个隐藏层 .....	86
7.11	结论 .....	89

第 8 章 Keras 卷积神经网络识别手写数字 .....	90
8.1 卷积神经网络简介 .....	91
8.2 进行数据预处理 .....	97
8.3 建立模型 .....	98
8.4 进行训练 .....	101
8.5 评估模型准确率 .....	104
8.6 进行预测 .....	104
8.7 显示混淆矩阵 .....	105
8.8 结论 .....	107
第 9 章 Keras CIFAR-10 图像识别数据集 .....	108
9.1 下载 CIFAR-10 数据 .....	109
9.2 查看训练数据 .....	111
9.3 查看多项 images 与 label .....	112
9.4 将 images 进行预处理 .....	113
9.5 对 label 进行数据预处理 .....	114
9.6 结论 .....	115
第 10 章 Keras 卷积神经网络识别 CIFAR-10 图像 .....	116
10.1 卷积神经网络简介 .....	117
10.2 数据预处理 .....	118
10.3 建立模型 .....	119
10.4 进行训练 .....	123
10.5 评估模型准确率 .....	126
10.6 进行预测 .....	126
10.7 查看预测概率 .....	127
10.8 显示混淆矩阵 .....	129
10.9 建立 3 次的卷积运算神经网络 .....	132
10.10 模型的保存与加载 .....	135
10.11 结论 .....	136
第 11 章 Keras 泰坦尼克号上的旅客数据集 .....	137
11.1 下载泰坦尼克号旅客数据集 .....	138
11.2 使用 Pandas DataFrame 读取数据并进行预处理 .....	140

11.3	使用 Pandas DataFrame 进行数据预处理	142
11.4	将 DataFrame 转换为 Array	143
11.5	将 ndarray 特征字段进行标准化	145
11.6	将数据分为训练数据与测试数据	145
11.7	结论	147
<b>第 12 章</b>	<b>Keras 多层感知器预测泰坦尼克号上旅客的生存概率</b>	<b>148</b>
12.1	数据预处理	149
12.2	建立模型	150
12.3	开始训练	152
12.4	评估模型准确率	155
12.5	加入《泰坦尼克号》电影中 Jack 与 Rose 的数据	156
12.6	进行预测	157
12.7	找出泰坦尼克号背后的感人故事	158
12.8	结论	160
<b>第 13 章</b>	<b>IMDb 网络电影数据集与自然语言处理</b>	<b>161</b>
13.1	Keras 自然语言处理介绍	163
13.2	下载 IMDb 数据集	167
13.3	读取 IMDb 数据	169
13.4	查看 IMDb 数据	172
13.5	建立 token	173
13.6	使用 token 将“影评文字”转换成“数字列表”	174
13.7	让转换后的数字长度相同	174
13.8	结论	176
<b>第 14 章</b>	<b>Keras 建立 MLP、RNN、LSTM 模型进行 IMDb 情感分析</b>	<b>177</b>
14.1	建立多层感知器模型进行 IMDb 情感分析	178
14.2	数据预处理	179
14.3	加入嵌入层	180
14.4	建立多层感知器模型	181
14.5	训练模型	182
14.6	评估模型准确率	184
14.7	进行预测	185
14.8	查看测试数据预测结果	185



14.9	查看《美女与野兽》的影评 .....	187
14.10	预测《美女与野兽》的影评是正面或负面的 .....	190
14.11	文字处理时使用较大的字典提取更多文字 .....	192
14.12	RNN 模型介绍 .....	193
14.13	使用 Keras RNN 模型进行 IMDb 情感分析 .....	195
14.14	LSTM 模型介绍 .....	197
14.15	使用 Keras LSTM 模型进行 IMDb 情感分析 .....	199
14.16	结论 .....	200
<b>第 15 章</b>	<b>TensorFlow 程序设计模式 .....</b>	<b>201</b>
15.1	建立“计算图” .....	202
15.2	执行“计算图” .....	204
15.3	TensorFlow placeholder .....	206
15.4	TensorFlow 数值运算方法介绍 .....	207
15.5	TensorBoard .....	208
15.6	建立一维与二维张量 .....	211
15.7	矩阵基本运算 .....	212
15.8	结论 .....	214
<b>第 16 章</b>	<b>以 TensorFlow 张量运算仿真神经网络的运行 .....</b>	<b>215</b>
16.1	以矩阵运算仿真神经网络 .....	216
16.2	以 placeholder 传入 $X$ 值 .....	220
16.3	创建 layer 函数以矩阵运算仿真神经网络 .....	222
16.4	建立 layer_debug 函数显示权重与偏差 .....	225
16.5	结论 .....	226
<b>第 17 章</b>	<b>TensorFlow MNIST 手写数字识别数据集 .....</b>	<b>227</b>
17.1	下载 MNIST 数据 .....	228
17.2	查看训练数据 .....	229
17.3	查看多项训练数据 images 与 labels .....	232
17.4	批次读取 MNIST 数据 .....	234
17.5	结论 .....	235
<b>第 18 章</b>	<b>TensorFlow 多层感知器识别手写数字 .....</b>	<b>236</b>
18.1	TensorFlow 建立多层感知器辨识手写数字的介绍 .....	237