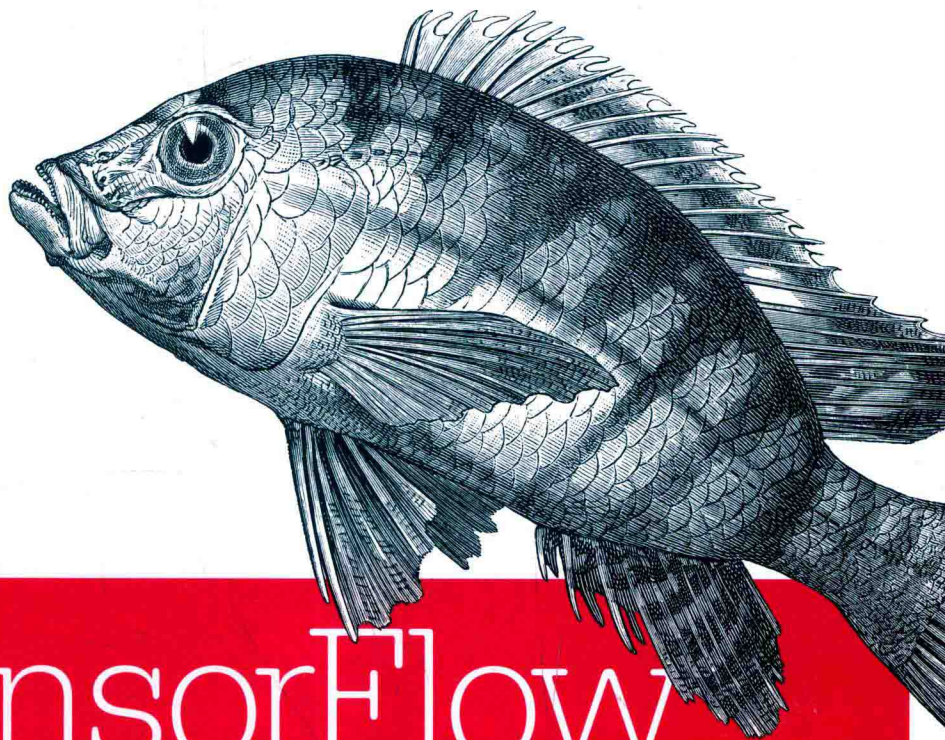


O'REILLY®



TensorFlow

学习指南

深度学习系统构建详解

Learning TensorFlow: A Guide to Building Deep Learning Systems

Tom Hope Yehezkel S. Resheff Itay Lieder 著

朱小虎 李紫辉 译

业出版社
ichine Press

TensorFlow 学习指南： 深度学习系统构建详解

Tom Hope, Yehor Shketa, S. Resheff

Itay Lieder 著

朱小虎 李紫辉 译

Beijing • Boston • Farnham • Sebastopol • Tokyo

O'REILLY®

O'Reilly Media, Inc. 授权机械工业出版社出版

机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

TensorFlow 学习指南: 深度学习系统构建详解 / (以色列) 汤姆·奥普 (Tom Hope 等) 等著; 朱小虎, 李紫辉译. —北京: 机械工业出版社, 2018.5

(O'Reilly 精品图书系列)

书名原文: Learning TensorFlow: A Guide to Building Deep Learning Systems

ISBN 978-7-111-60072-5

I. T… II. ①汤… ②朱… ③李… III. 学习系统—研究 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 116122 号

北京市版权局著作权合同登记

图字: 01-2017-7868 号

© 2017 Tom Hope, Itay Lieder, and Yehezkel S. Resheff. All rights reserved.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and China Machine Press, 2018.

Authorized translation of the English edition, 2017 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版 2017。

简体中文版由机械工业出版社出版 2018。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

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

书 名 / TensorFlow 学习指南: 深度学习系统构建详解

书 号 / ISBN 978-7-111-60072-5

责任编辑 / 唐晓琳

封面设计 / Karen Montgomery, 张健

出版发行 / 机械工业出版社

地 址 / 北京市西城区百万庄大街 22 号 (邮政编码 100037)

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 178 毫米 × 233 毫米 16 开本 15 印张

版 次 / 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 69.00 元 (册)

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

购书热线: (010)68326294; 88379649; 68995259

投稿热线: (010)88379604

读者信箱: hzit@hzbook.com

译者序

深度学习是目前人工智能、机器学习领域非常火热的研究方向，而作为深度学习的工具之一的 TensorFlow 上线不到两年便成为 Github 最受欢迎的深度学习项目之一。在过去的日子里，TensorFlow 帮助了许许多多的研究人员、工程师、艺术家、在校学生等改善自己的工作与生活，从语言翻译、皮肤癌早期诊断到预防糖尿病眼病引发的失明等方方面面都有它的身影。

在现在的深度学习大潮之下，本书是一本不可或缺的入门级参考书，本书作者都是机器学习领域的资深工程师，在深度学习应用方面有着深厚的积累。原书设计结构合理，从 TensorFlow 基础开始，逐步展开，清晰地给出了如何使用 TensorFlow 的指导。全书共 10 章，内容涉及卷积神经网络、循环神经网络等核心的深度学习模型，以及分布式场景下 TensorFlow 的使用方法。在书中不仅有一些原理性的讲解，还包含大量实践训练内容，相信读者在阅读本书之后能够掌握一定的实践技巧和方法，为使用深度学习（基于 TensorFlow 框架）解决未来在学习和工作中遇到的相关问题打下良好的基础。

我一直有将学习和工作的过程用某种方式记录下来的习惯，这些内容发布在一些博客上。此前有翻译深度学习的入门教程书籍和部分重要的研究论文。除此之外，还花费一定的时间精力来组织学习社区，创办了深度学习国际群和 Deep Learning Meet-up。早在 2014 年，这样专注于深度学习和前沿人工智能技术的社区及相应活动在国内外几乎没有。彼时，以每周一次的频率进行学习交流，发展成每月一次的社区活动。后来，在社区的基础之上，我和几位有着共同志趣的深度学习社区成员共同创立了 University AI，专注于培养优秀的人工智能人才，其网址为 <http://universityai.com>，微信公众号：UAI 人工智能。University AI 致力于推进中国人工智能化进程，现在已经给多家 985 高校讲授前沿人工智能课程，并给多家 500 强企业提供人工智能内训。

由于深度学习和 TensorFlow 都处在快速发展、不断迭代的过程之中，欢迎感兴趣的读者和我进一步交流。如果读者对于书中的某些翻译持有疑义，也欢迎同我探讨。

朱小虎



2018 年 1 月 30 日写于 UAI Unknown Lab 玄武阁

译者简介

朱小虎：University AI 创始人和首席科学家，UniversityAI-AI-Unconference Meetup 组织者，致力于推进世界人工智能化进程。制定并实施 UAI 中长期增长战略和目标，带领团队快速成长为人工智能领域最专业的力量。

作为行业领导者，他在 2014 年创建了 TASA（中国最早的深度学习社团）、DL Center（深度学习知识中心全球价值网络）、AI growth（行业智库培训）等，为中国的人工智能人才建设输送了大量的血液和养分。此外，他还参与或者举办过各类国际性的人工智能峰会和活动，产生了巨大的影响力，书写了 60 万字的人工智能精品技术内容，翻译了深度学习入门书《神经网络与深度学习》，他的文章被大量的专业垂直公众号和媒体转载与连载。曾经受邀为国内顶尖大学制定人工智能学习规划和教授人工智能前沿课程，均受学生和老师的好评。

李紫辉：美国耶鲁大学计算机在读博士生，现工作于耶鲁大学 LILY 实验室，研究兴趣为自然语言处理与迁移学习。University AI 研究员。于 2014 年毕业于武汉轻工大学，拥有管理学和文学双学士学位；于 2015 年毕业于爱尔兰国立都柏林大学，取得计算机科学硕士学位。先后于 IBM 爱尔兰研究院、埃森哲爱尔兰 AI 实验室等多家研究机构实习与工作，研究重点为将深度学习技术应用于健康、航空等领域。

目录

前言	1
第 1 章 引言	5
1.1 走入深度学习	5
1.2 TensorFlow: 名字中的含义	8
1.3 高层次概览	9
1.4 本章总结	11
第 2 章 随之“流”动: 启动与运行 TensorFlow	12
2.1 安装 TensorFlow	12
2.2 Hello World	14
2.3 MNIST	16
2.4 softmax 回归	17
2.5 本章总结	24
第 3 章 理解 TensorFlow 基础知识	25
3.1 计算图	25
3.2 图、会话和提取数据	26
3.3 流动的张量	32
3.4 变量、占位符和简单的优化	41
3.5 本章总结	52
第 4 章 卷积神经网络	53
4.1 卷积神经网络简介	53
4.2 MNIST: 第二轮	55

4.3 CIFAR10	63
4.4 本章总结	71
第 5 章 文本 I：文本及序列的处理，以及 TensorBoard 可视化	72
5.1 序列数据的重要性	72
5.2 循环神经网络简介	73
5.3 处理 RNN 的文本序列	87
5.4 本章总结	97
第 6 章 文本 II：词向量、高级 RNN 和词 嵌入可视化	99
6.1 词嵌入介绍	99
6.2 word2vec	101
6.3 预训练词嵌入，高级 RNN	110
6.4 本章总结	116
第 7 章 TensorFlow 抽象与简化	117
7.1 本章概述	117
7.2 contrib.learn	121
7.3 TFLearn	136
7.4 本章总结	156
第 8 章 队列、线程和数据读取	158
8.1 输入管道	158
8.2 TFRecord	159
8.3 队列	162
8.4 完全多线程的输入管道	168
8.5 本章总结	172
第 9 章 分布式 TensorFlow	173
9.1 分布式计算	173
9.2 TensorFlow 元素	175
9.3 分布式示例	180

9.4 本章总结	187
第 10 章 用 TensorFlow 导出和提供服务模型	188
10.1 保存和导出模型	188
10.2 TensorFlow Serving 简介	199
10.3 本章总结	209
附录 A 模型构建和使用 TensorFlow Serving 的建议	210

前言

深度学习在过去的若干年中已经成为构建可以从数据中学习的智能系统的首要技术。深度神经网络最开始在一定程度上受到人类大脑学习方式的启发，是用大量数据进行训练从而能够以足够高的准确度解决复杂任务的技术。由于开源框架的广泛存在，这项技术也被广泛使用，目前已经成为任何想要从事大数据和机器学习工作的人的必备知识。

TensorFlow 是当前深度学习领域领先的开源软件，使用它从事计算机视觉、自然语言处理（NLP）、语音识别和一般性预测分析工作的技术实践者（工程师）的数目仍在飞速增长。

本书是专为数据科学家、工程师、学生和科研工作者设计的 TensorFlow “端对端” 指导。书中采取适合广大技术读者的实战观点，不仅让初学者能够接受，也会深入探讨一些高级话题并展示如何构建产品级的系统。

通过本书，你可以习得：

1. 快速顺畅地安装和运行 TensorFlow。
2. 使用 TensorFlow 从零构建模型。
3. 训练和理解流行的用于计算机视觉和 NLP 的深度学习模型。
4. 使用多种抽象库让开发更加简单和迅速。
5. 使用队列和多线程扩展 TensorFlow，在集群上训练，在产品级应用上部署输出结果。
6. 还有更多其他内容！

本书由同时在工业界和学术界拥有大量研发经验的数据科学家撰写。作者采用实战观点，结合实际且直观的案例、解释及供实践者们探索构建产品级系统的洞察，满足想要学会理解和构建灵活强大模型的读者的需求。

预备知识

本书假定读者有基本的 Python 编程知识，包括熟悉科学计算库 Numpy。

机器学习的概念在本书中会被讨论，并且贯穿全书进行直观解说。对于想深入学习的读者，建议你掌握一定程度的机器学习、线性代数、微积分、概率论和统计学方面的知识。

本书约定

下面给出本书所采用字体的约定：

斜体字 (*Italic*)

表示新的术语、链接、电子邮箱地址、文件名和文件扩展名。

等宽字体 (`Constant width`)

用于程序清单，也用于在段落中引用程序元素，例如变量名、函数名、数据库、数据类型、环境变量、程序语句和关键词。

加粗等宽字体 (**`Constant width bold`**)

表示应该由用户输入的命令或者其他文字信息。

斜体的等宽字体 (*`Constant width italic`*)

表示此处应该替换为由用户提供的数值，或者根据上下文确定的数值。

如何使用示例代码

补充材料（示例代码、练习等）可以在 <https://github.com/Hezi-Resheff/Oreilly-Learning-TensorFlow> 上下载。

本书的目的是帮助你完成自己的任务。一般来说，如果代码是和本书一起提供的，那么你可以在你的程序和文档中使用它们。你不需要联系我们获取许可，除非你想大量复制这些代码。例如，在自己的程序中使用到本书中的几段代码，并不需要获得许可，但把 O'Reilly 书籍里的示例代码刻录成光盘就必须获得许可。回答问题时引用本书内容和示例代码，不需要获得许可，但是将大量的示例代码用于你的产品文档则必须获得许可。

我们期望但不强求大家引用时注明出处。一般来说，出处通常包括标题、作者、出版商和国际标准书号 (ISBN)。例如，《Learning TensorFlow》(《TensorFlow 学习指南》)，作者 Tom Hope、Yehezkel S. Resheff 和 Itay Lieder (O'Reilly 出版)，书号 978-1-491-97851-1。

如果你觉得自己使用的示例代码超出了限定的许可范围之列，欢迎通过邮件联系我们确认 (permission@oreilly.com)。

Safari 在线图书

Safari Books Online 针对企业、政府、教育机构和个人提供了不同的购买计划，你可根据实际需求进行选购。

用户可以访问上千种图书、培训视频、学习路径、互动教材和专业的播放列表，这些内容来自超过 250 个出版商，包括 O'Reilly Media、哈佛商业评论、Prentice Hall Professional、Addison-Wesley Professional、Microsoft Press、Sams、Que、Peachpit Press、Adobe、Focal Press、Cisco Press、John Wiley & Sons、Syngress、Morgan Kaufmann、IBM Redbooks、Packt、Adobe Press、FT Press、Apress、Manning、New Riders、McGraw-Hill、Jones & Bartlett 和 Course Technology 等。关于 Safari 在线图书的更多信息，请访问 <http://oreilly.com/safari>。

联系方式

美国：

O'Reilly Media, Inc.

1005 Gravenstein Highway North

Sebastopol, CA 95472

中国：

北京市西城区西直门南大街 2 号成铭大厦 C 座 807 室 (100035)

奥莱利技术咨询 (北京) 有限公司

我们创建了关于本书的网页，上面有勘误表、示例和所有的附加信息。可以通过链接 <http://bit.ly/learning-tensorflow> 访问。

关于本书的评论和技术问题，请发邮件给 bookquestions@oreilly.com。

关于本书的更多信息，如教程、会议、新闻，请参见网站：

<http://www.oreilly.com>

<http://www.oreilly.com.cn>

致谢

作者要感谢为本书提供反馈的审校人员：Chris Fregly、Marvin Bertin、Oren Sar Shalom 和 Yoni Lavi。还要感谢 Nicole Tache 和 O'Reilly 团队让写作本书成为一件令人高兴的事情。

当然，要感谢 TensorFlow 的所有开发人员——没有他们就不会有 TensorFlow。

本章给出 TensorFlow 的粗略概览和主要用途：实现和部署深度学习系统。我们简单介绍深度学习，然后引出 TensorFlow，展示其构建机器智能方面极其令人兴奋的用途，最后讲解关键特性和性质。

1.1 走入深度学习

从大型公司到小的初创公司，工程师和数据科学家们都在收集大量数据，使用机器学习算法来解决复杂问题和构建智能系统。不过在这样的大环境中，与深度学习相关的一类算法如今取得了巨大成功，将传统方法抛在身后。深度学习用于理解从移动应用到智能汽车系统中的图像、自然语言和语音等内容。这个领域的发展极其迅速，而深度学习也被扩展到了其他领域和数据上，比如用于药物发现复杂的化学和基因结构以及在医疗健康领域中的高维度医疗记录。

深度学习方法（也称为深度神经网络）最初是受人类大脑中巨大的由神经元相连的网络启发产生的。在深度学习中，我们将数以百万计的数据实例馈入神经网络，教它们从原始输入中识别模式。深度神经网络接受原始输入（如图像的像素值）并将它们转变成有用的表示，抽取更高层的特征（比如图像中的形状和边），这些特征通过组合更小的信息刻画复杂概念来解决诸如图像分类的挑战性问题（见图 1-1）。网络能够自动地通过适应和纠正，拟合数据中观测到的模式，来学会构建抽象表示。这种自动构建数据表示的能力是深度

神经网络相较于传统机器学习的关键优势，这通常需要领域专家和人工特征工程才可以进行“学习”。

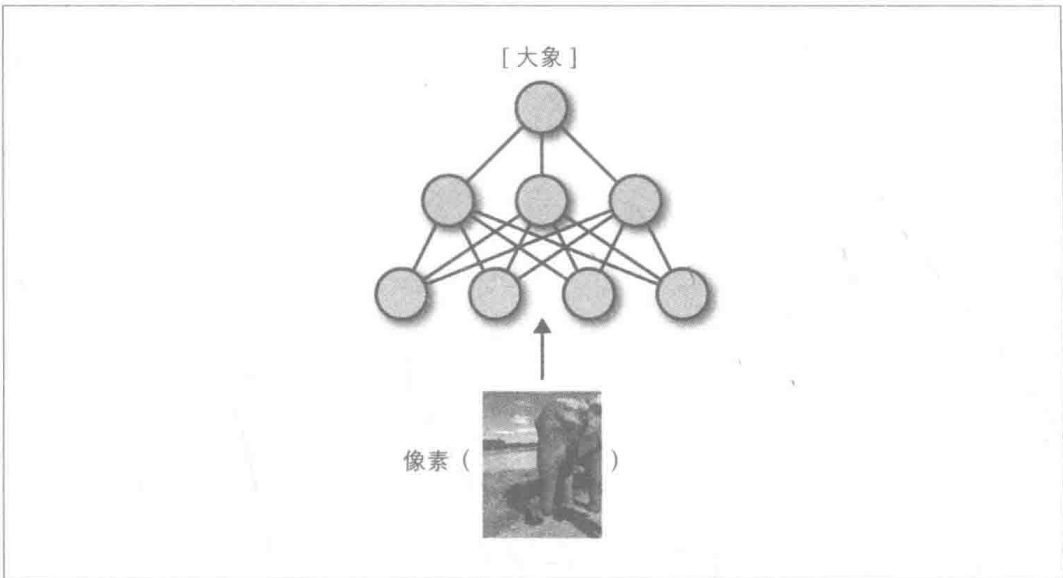


图 1-1：使用深度神经网络进行图像分类的图示。这个网络接受原始输入（图像的像素值）并学会转换这些输入成为有用的表示，从而进行准确的图像分类

本书是关于 Google 推出的深度学习框架——TensorFlow。深度学习算法多年来一直被 Google 用于很多产品和领域，比如搜索、翻译、广告、计算机视觉和语音识别。TensorFlow 实际上是 Google 实现和部署深度神经网络的第二代系统，前一代是从 2011 年开始的 DistBelief 项目。

TensorFlow 在 2015 年 11 月遵循 Apache 2.0 许可释出为开源框架，一经发布就如飓风般席卷工业界，影响远超 Google 内部的项目。TensorFlow 的可扩展性和灵活性，再加上对其持续维护及开发的 Google 工程师的高超技能，已经让 TensorFlow 成为进行深度学习工作的系统领袖。

1.1.1 将 TensorFlow 用于人工智能系统

在更加深入探讨 TensorFlow 是什么以及它的关键特性前，我们将简要给出一些令人兴奋的关于 TensorFlow 在 Google 及其他地方的最前沿的真实应用中如何使用的例子。

预训练模型：最佳计算机视觉技术

深度学习最为成功的领域就是计算机视觉。在计算机视觉领域中一个基本任务是图像分类——构建算法和系统，以图像为输入，最终返回一个描述图像中的物体分类的集合。科研工作者、数据科学家和工程师已经设计了高级深度神经网络，在理解视觉内容任务上能够获得非常高的准确度结果。这些深度网络一般都是在大量图像数据上进行训练的，花费大量时间、资源和工作。然而，一种越来越明显的趋势是，科研工作者会公开释出预训练的模型——已经训练过的深度神经网络，用户就可以下载后用在自己的数据上（见图 1-2）。

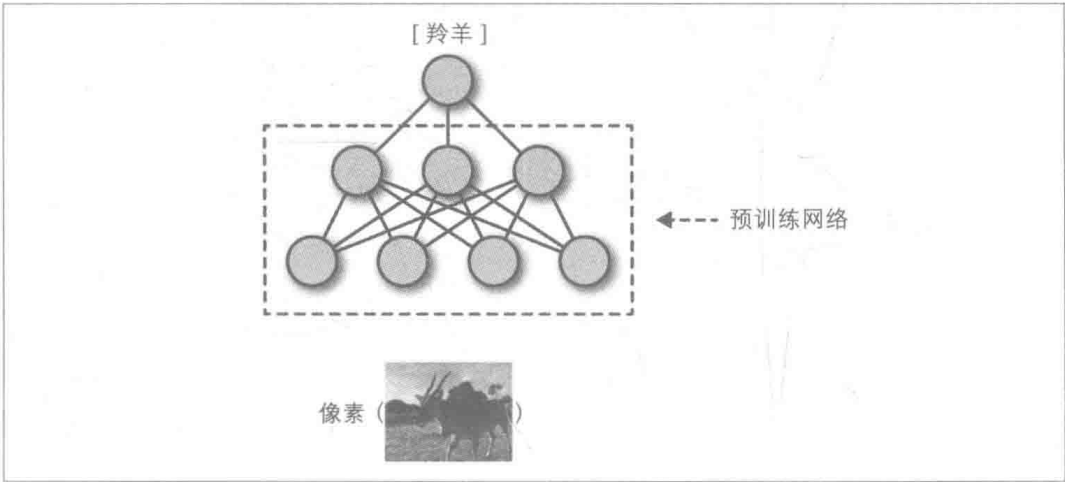


图 1-2：使用预训练的 TensorFlow 模型完成高级计算机视觉任务

TensorFlow 自带有用的工具可以让用户获取和应用最新的预训练模型。我们会看到一些实践案例，并贯穿本书深入到细节中去。

生成图像的丰富自然语言描述

一个非常有意思的深度学习研究是构建机器智能系统对视觉内容生成自然语言描述（见图 1-3）。关键任务则是图像描述——教会模型输出简洁且准确的图像描述。当然这个领域也有预训练过的组合自然语言理解和计算机视觉的 TensorFlow 模型。

文本总结

自然语言理解（Natural Language Understanding, NLU）是构建人工智能系统的关键能力。每天都会产生大量文本数据：网页内容、社交媒体、新闻、

邮件和内部通信等。最渴望的能力之一就是总结文本，以长文本为输入，生成简洁且连贯的语句，从原始文本中抽取关键信息（见图 1-4）。之后在书中会讲解 TensorFlow 带有训练深度 NLU 网络的强大特性，可以用于自动的文本总结。

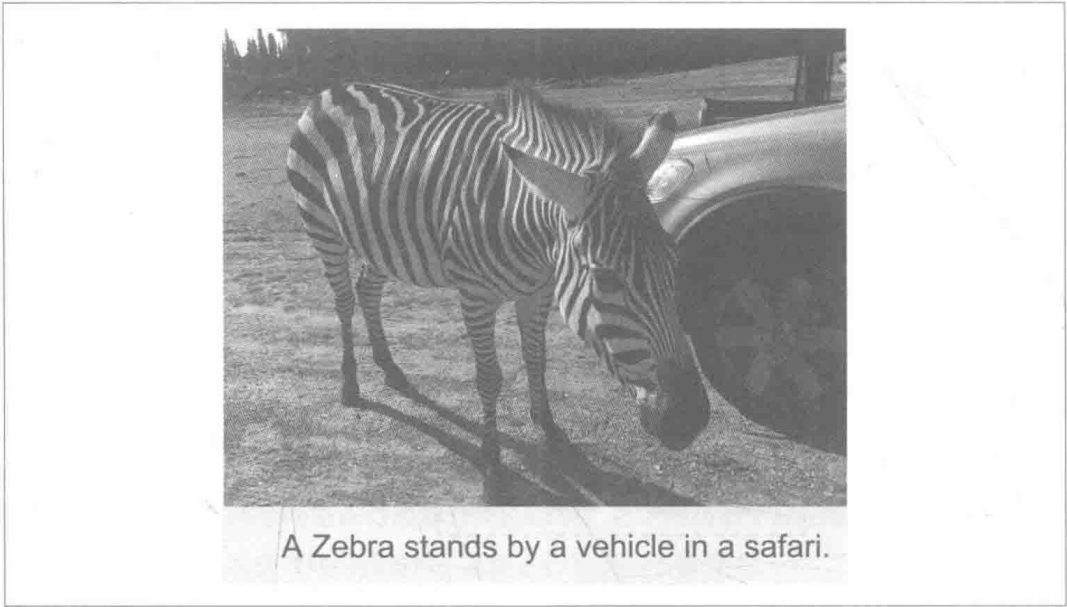


图 1-3：使用图像描述从图片中产生描述（解释性示例）

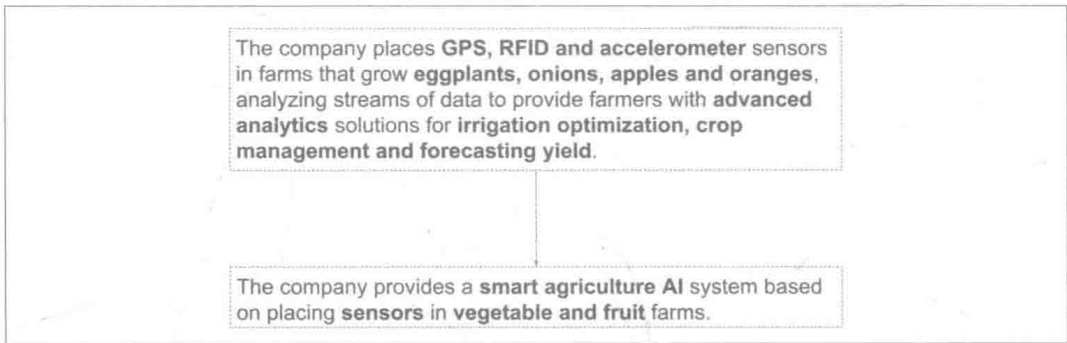


图 1-4：智能文本总结的示例

1.2 TensorFlow：名字中的含义

深度神经网络（如其名称和前面给出的解释那样）是关于神经元网络的，每个神经元会执行作为整个范围的一部分的自身的操作。数据（如图像）进入网