

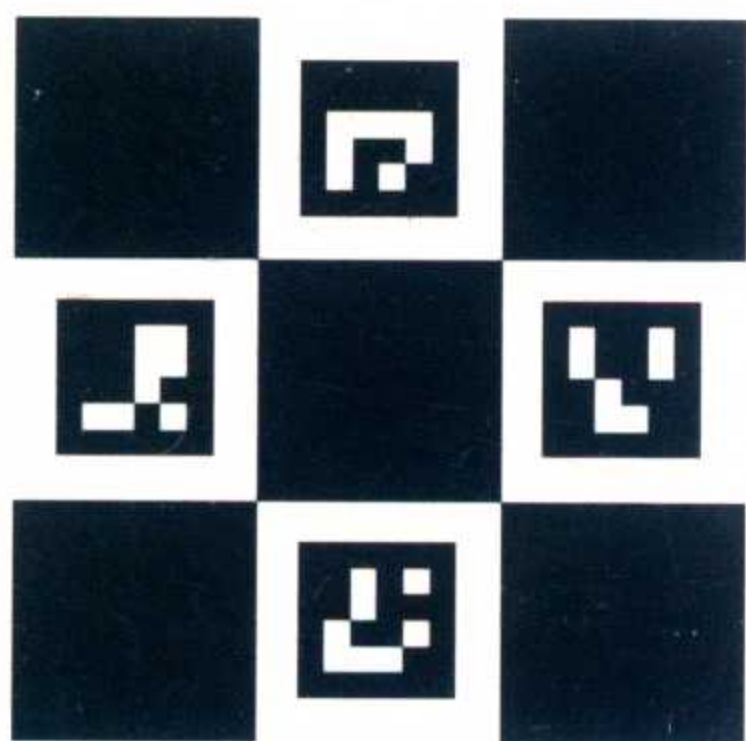
O'REILLY®



学习OpenCV 3

(中文版)

Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library



[美] 安德里安·凯勒 (Adrian Kaehler) 著
加里·布拉德斯基 (Gary Bradski)

阿丘科技 刘昌祥 吴雨培 王成龙 崔玉芳 等译

清华大学出版社



学习OpenCV 3 (中文版)

Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library

[美] 安德里安·凯勒 (Adrian Kaehler) 著
加里·布拉德斯基 (Gary Bradski)

阿丘科技 刘昌祥 吴雨培 王成龙 崔玉芳 等译

Beijing •

London • Tokyo

O'REILLY®

© 2015 O'Reilly Media, Inc. 授权清华大学出版社出版

清华大学出版社
北京

内容简介

计算机视觉是在图像处理的基础上发展起来的新兴学科。OpenCV是一个开源的计算机视觉库，是英特尔公司资助的两大图像处理利器之一。它为图像处理、模式识别、三维重建、物体跟踪、机器学习和线性代数提供了各种各样的算法。

本书由OpenCV发起人所写，站在一线开发人员的角度用通俗易懂的语言解释了OpenCV的缘起和计算机视觉基础结构，演示了如何用OpenCV和现有的自由代码为各种各样的机器进行编程，这些都助于读者迅速入门并渐入佳境，兴趣盎然地深入探索计算机视觉领域。

本书可作为信息处理、计算机、机器人、人工智能、遥感图像处理、认知神经科学等有关专业的高年级学生或研究生的教学用书，也可供相关领域的研究工作者参考。

Copyright © 2016 Adrian Kaehler and Gary Bradski. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition, by O'Reilly Media, Inc., is published by Tsinghua University Press, 2017. Authorized translation of the original English edition, 2016 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.

本书之英文原版由O'Reilly Media, Inc.于2016出版。

本中文简体翻译版由O'Reilly Media, Inc.授权清华大学出版社于2018年出版。此翻译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，未经书面许可，本书的任何部分和全部不得以任何形式复制。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2017-5006号

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

学习OpenCV 3 (中文版) / (美) 安德里安·凯勒 (Adrian Kaehler), (美) 加里·布拉德斯基 (Gary Bradski) 著; 刘昌祥等译 --北京: 清华大学出版社, 2018

书名原文: Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library
ISBN 978-7-302-50418-4

I. ①学… II. ①安… ②加… ③刘… III. ①图像处理软件—程序设计 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第124218号

责任编辑: 文开琪

封面设计: Karen Montgomery, 张健

责任校对: 周剑云

责任印制: 李红英

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 邮政编码: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 178mm×233mm 印 张: 54.5 字 数: 1046千字

版 次: 2018年7月第1版 印 次: 2018年7月第1次印刷

定 价: 149.00元

产品编号: 048245-01

O'Reilly Media, Inc. 介绍

O'Reilly Media通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自1978年开始，O'Reilly一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了Make杂志，从而成为DIY革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版，在线服务或者面授课程，每一项O'Reilly的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar博客有口皆碑。”

——*Wired*

“O'Reilly凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——*Business 2.0*

“O'Reilly Conference是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——*CRN*

“一本O'Reilly的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——*Irish Times*

“Tim是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照Yogi Berra的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去Tim似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——*Linux Journal*

译者序

计算机视觉是一个又新又酷的研究领域，而 OpenCV 是辅助研究计算机视觉最出色的开源工具。

1966 年，MIT 的明斯基^{注 1}给他的几个本科生萨斯曼^{注 2}指派了暑期作业：把相机连接到电脑上，并让电脑描述相机所看到的東西。^{注 3}他觉得在夏天结束之前学生们就会解决问题，结果半个世纪之后，我们依然在为此而努力。时至今日，计算机视觉领域虽然已经取得了诸多成果，但依然满足不了我们的好奇心，计算机视觉还能做什么，它的极限在哪里？如果你在今年的夏天收到了这样一份相同的暑假作业，你又会如何处理那个问题呢？

首先，得弄明白要解决的是什么问题。计算机视觉需要解决的任务可谓纷繁复杂，从区分目标和背景的背景分割（第 15 章）、追踪，到使用特征描述（第 16 章）以及机器学习方法（第 20 章和第 21 章）来进行的目标检测（第 22 章），从相机标定（第 18 章）到三维视觉（第 19 章），基于不同的目的，就有了不同的任务。这往往会让初学者感到慌乱。每时每刻，往往都有所谓的热点影响着视听。人脸识别技术，此时炙手可热，工业缺陷检测、三维视觉等技术也在日益升温。可是，没有哪一个方向永远只会上升不

注 1: Marvin Minsky (1927—2016)，人工智能之父，美国工程院院士，美国科学院院士。1969 年图灵奖获得者，2001 年富兰克林奖章获得者，著作有《情感机器》和《心智社会》等。

注 2: Gerald Jay Sussman (1947—)，著名计算机科学家，MIT 教授，自由软件基金会创始人之一。

注 3: 传说往往都比事实夸大一些，如果对当时那份暑假作业有兴趣，不妨查看 <http://publications.csail.mit.edu/ai/browse/0100browse.shtml>。

是一味地下降，与其朝三暮四，不如选择一个领域深扎下去，耐心与研究从来都是结伴而生的兄弟。

在决定要研究的方向以后，硬件条件也许又会成为很多人的拦路虎。虽然在 1966 年的夏天，那时候集成电路计算机已经开始普及，并且相对于晶体管计算机已经有了长足发展，但是低下的计算能力依然是遏制计算机技术发展的一个瓶颈，过于超前的想法可能确实难以实现。即使是今天，深度学习的初学者也可能会为没有性能足够强劲的计算机发愁。当然，我们说机器的性能固然重要，可是算法超然于硬件，那才是硬件的灵魂。1998 年，LeNet5 已经可以在只有几十兆内存（这样的硬件条件似乎和深度学习根本沾不上边）的机器上运行，并且被应用到了实际的项目中。诸多看起来非常耗费计算力的图像分析算法（第 12 章），也由于人们的巧妙智慧在工业界得到了应用。另一方面，如 IPP 等针对于指令集的优化，也让轮廓查找（第 14 章）、模板匹配（第 13 章），图像变换（第 11 章）和卷积（第 10 章）等操作速度有了质的提升。

所以现在，哪怕手里只有一台老旧的奔腾，也已经阻挡不了你研究计算机视觉的脚步。更幸运的是，今天的我们已经不必使用打孔带在 0 和 1 之间挣扎，甚至不必从最基础的图像结构开始。只需要简单的运行可执行文件，或者输入 `apt-get` 就可以得到 OpenCV，一个具备跨平台特性（第 9 章）且支持包括摄像机、视频文件、图像等多种类型输入（第 8 章）的计算式视觉开源库。它不仅提供最基础的图像结构（第 3 章和第 4 章），还支持多样的矩阵操作（第 5 章和第 7 章），甚至还有一定能力的绘图功能（第 6 章）。

如此这般，在 1966 年的夏天，看起来几乎不可能的任务，在如今很可能已经变成某个本科生的一次课程作业。当然，难度都是依据标准的不同而变化的，本科生用某些工具，以 80% 的正确率识别出一辆车，这都是值得竖起大拇指点赞的；自动驾驶的从业人员，对车辆的识别率达到了 99%，仍然不足以让所有人安心。不论繁简，这其中都蕴含着视觉工作者们无数的奉献。OpenCV，正是这一种奉献的集大成者，它就像是一座极大的宝库，既能让初学者从中获取到入门之道，也能让资深专家汲取到许多灵感。在 Learning OpenCV 巨大成功的十年之后，我们欣然接受了 Learning OpenCV3 的翻译工作。

尽管依然继承了 Learning OpenCV 之名，本书的内容已经和上一版本有了质的不同。作者重构了旧的章节，并将所有的例子都用符合 OpenCV 2.4 版本以上的风格重写，还增加了近十章的新章节。书中不可避免的涉及大量专业术语，为了便于读者日后进一步学习时，不对这些名词产生陌生感，我们尽最大努力做了保留。

本书的翻译工作也涉及到众多朋友的付出和努力，在此一并列出。本书前言及第 1 章、第 2 章、第 4 章由刘昌祥翻译，第 3 章由吴雨培翻译，第 5 章和第 18 章由崔玉芳翻译，第 6 章由董爽翻译，第 7 章由孙曦翻译，第 8 章由徐磊翻译，第 9 章由饶强翻译，第 10 章、第 12 章由何闻达翻译，第 11 章由李明磊、白涛翻译，第 13 章、第 15 章由田来翻译，

第 14 章吴曙翻译，第 16 章、第 17 章由王成龙翻译、第 19 章、第 22 章、第 23 章由岳嘉欣翻译，第 20 章、第 21 章由薛希哲翻译，附录由马文科翻译。部分人员参与了全书的校对工作，全书由刘昌祥定稿。本书译制过程中，文开琪女士做出了大量指导工作，郑慧伟、王岳谦、张辉、崔坤、孔涛、孙超等前辈和同事也提出了许多有价值的修改意见，阿丘科技全体技术团队为本书翻译提供了技术支持。

在近千页的原著翻译完成之后，笔者十分欣慰能参与并且主导这次视觉的远征。这本书的出版可以说是笔者人生的一个新的起点，也更希望它能成为更多人计算机视觉之路上的一个起点。感谢本书原作 Adrian Kaehler 和 Gary Bradski 在这条传道之路上的坚持，巨人燃起篝火，追随者从他们的薪火中获取了火种，撒播到懵懂的黑暗中，希望能够聚起更多的光明。

计算机视觉发展极其迅速，罕有人士能对其众多分支领域均有精深的理解。笔者自认才疏学浅，更兼时间精力有限，书中错谬之处在所难免，诚望读者朋友不吝告知，不胜感激。

译者团队代表：刘昌祥
2017 年 11 月 24 日

阿丘科技

阿丘科技是一家以机器学习、3D 视觉和机器人技术为核心的高科技企业，拥有业内领先的机器人 3D 视觉技术、机器学习算法及标准行业解决方案。

人工智能，已经成为全球技术发展、应用拓展的前沿领域，也是引领未来的一枚关键的棋子。计算机视觉作为人工智能的关键应用点之一，近年来兴起的创业公司主要集中在人脸识别、无人驾驶、增强现实等领域。而阿丘科技独辟蹊径，将人工智能技术与机器人结合，将其应用于工业自动化领域，并在短短一年内在多个场景下落地，取得了出色的成果。

相较于传统的机器视觉，阿丘科技将深度学习用于工业视觉检测，在缺陷检测分类等场景下具有突出优势。而三维计算机视觉与机器人的结合，更是极大地扩展了工业机器人的应用场景。凭借国际顶尖的技术人才，领先的计算机视觉、机器人技术，阿丘科技走在了智能工业视觉技术的前列。随着人工智能和智能制造行业的兴起，我司将助力中国工业自动化以及智能化的发展。

尽管由于某些原因，OpenCV 并没有在正式版本中提供自身完备的深度学习工具（我们很高兴这一点在 3.3 版本中有了巨大改善），但是 OpenCV 作为从事机器视觉应用技术开发的必备工具，同样，也是阿丘科技技术开发的基础工具之一，有着不可替代的作用。在很多固定场景下，基于 OpenCV 等视觉工具的开发算法依然具有极大的应用潜力。尤其是对于初学者而言，我们还是非常推荐使用 OpenCV 完成一些视觉项目，而不是直接用深度学习构建空中楼阁。我司能够在一年内推出经受复杂应用场景检验、市场普遍认可的产品，有一大份功劳，也归属于 OpenCV 对项目完成和开发研究的推动。高效、精准、便捷等诸多特质，使得 OpenCV 在学术研究和商业应用中占据了重要地位。

阿丘科技致力于构建领先的智能机器人视觉平台，以视觉为切入点，将 AI 与机器人结合。创始团队源自清华大学计算机系人工智能实验室，聚集了来自清华、CMU 等全球高等院校的顶尖人才，以及工业机器人和自动化资深行业从业者。我们期待，能有更多热爱视觉、工业自动化和机器人技术的朋友加入阿丘科技，共同去探索和扩展机器人应用的边界！

前言

这本书提供了C++开源计算机视觉库（OpenCV）3.0版本的工作指南，介绍了计算机视觉相关领域的通用背景，以便读者更有效地使用OpenCV。

本书的目标

计算机视觉在以下四个趋势的引导下，已经成为一个快速发展的领域：

- 智能手机的出现让数以百万计的用户都拥有了相机
- 互联网和搜索引擎聚集了海量的图像和视频数据
- 计算资源变成一种廉价的商品
- 视觉算法发展得更加成熟（由于深度神经网络的出现，OpenCV也正在逐渐支持这方面技术，详情可以参考opencv_contrib中的dnn）

OpenCV通过帮助成千上万的视觉工作者去做更多富有创造性的工作，在图像处理领域扮演着重要的角色。由于OpenCV 3.x的存在，不管你是学生还是研究人员，是专家还是初学者，都可以快速建立应用，并且在OpenCV所提供的基于C++的多平台视觉基础架构上实现一个跨越性的发展。

本书的目标如下：

- 通过详细讲述函数的惯用用法以及正确用法，成为一本更好的OpenCV经典参考文档
- 帮助读者对各种计算机视觉算法的工作原理有一个基础的理解
- 培养读者，使其知道什么算法工具可以使用并且应该在什么时候使用

- 提供给读者许多有效的代码，提升其应用计算机视觉和机器学习算法的开发效率
- 针对问题代码给读者提供建议，教读者如何解决一些简单或复杂的问题

本书的写作方式是力求帮助读者快速在计算机视觉领域做一些有意思的事情，因此直观地解释了算法是如何工作的，可以指导读者设计和调试计算机视觉程序，还能够使计算机视觉和机器学习算法的形式化描述更容易理解和记忆。

本书受众

本书包含描述、工作代码示例和OpenCV 3.x库中包含的C++计算机视觉工具说明。因此，本书对各种不同类型的用户都有所帮助。

专业人士和开发者

对于需要快速设计原型或实现专业计算机视觉系统的专家而言，示例代码提供的框架可以帮助他们在此基础上进行快速开发。我们对算法的描述可以快速教会或者提醒读者如何使用它们。由于OpenCV 3.x的设计基于位于硬件加速层（HAL）之上，所以它所实现的算法都可以高效运行，并且能够无缝应用各种硬件平台的诸多加速特性。

学生

这是我们希望能广泛应用于学校的教程。直观的解释、详细的文档以及示例代码将能够帮助你在计算机视觉之路上更快地前进，做更有趣的项目，最终为这个领域开拓新的研究方向。

教师

计算机视觉是一个快速发展的领域。我们发现，让学生快速浏览容易读的文章并且教师在必要的地方进行说明，再辅之以现阶段的论文或讲座，是一种非常高效的授课方法。与此同时，学生可以提前开始课程设计，并尝试做一些更有挑战性的任务。

爱好者

计算机视觉超有趣的，让我们一起深入探索它吧。

我们致力于为读者提供丰富的指导、文档以及代码来快速建立实时的视觉应用。

本书不是什么

这本书不是正式的论文，我们的确在很多地方讨论了数学上的细节^{注1}，但这都是为了建

注1：通常，这些部分都有警告标识，以提示用户可以跳过这些内容。

立一种基于此的更深层次的直觉以及阐明算法中所构建的假设之含义。在这里，我们没有尝试进行一些更加正式的数学解释，因为过多的数学解释可能会使一些人觉得枯燥。

这本书本质上来说更偏向于“应用”，它将作为一个基础的帮助，但是并不着力于介绍某个具体的计算机视觉领域分类（比如医学图像或者遥感图像分析）。

也就是说，我们相信通过阅读这里的解释，学生不仅能更好地学习理论，而且还能记住更多、更久。因此，这本书将是一个很好的理论课程的辅助教材，并且很适合入门课程或以项目为中心的课程使用。

本书例程

本书所有例程都基于OpenCV 3.x。这些代码在Linux，Windows 以及 OS X都可以运行。OpenCV也有充足的对安卓和IOS 的支持。本书所有代码都可以在本书网站 (<http://bit.ly/learningOpenCV3>) 获取，OpenCV的源码可以在GitHub (<https://github.com/opencv/opencv>) 获取，OpenCV的预编译版本可以在SourceFroge (<https://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>) 获取。

OpenCV现在也处于开发过程中，每个季度都有新的官方版本发布。如果希望得到最新版本，可以从前述的GitHub网站得到代码更新。OpenCV的官方网站是<http://opencv.org>，如果是开发人员，还可以浏览它的维基页面：<https://github.com/opencv/opencv/wiki>。

预备知识

在大多数情况下，读者只需要了解如何使用C++编程。本书许多数学相关的段落都不是必须的并且也做出了相应的标记。本书需要的数学基础包括简单的线性代数以及基础矩阵运算，并且假设读者了解最小二乘优化、高斯分布的基础知识、贝叶斯法则以及一些简单方程的衍生和变化。

本书对数学的介绍是为了支持建立一种对算法的直觉。读者可以跳过数学部分以及算法描述部分，只阅读函数解释以及代码示例，也可以构建视觉应用并且使其正常工作。

如何使用本书

本书并不一定要按照章节顺序阅读，它可以作为一本用户手册：需要的时候，可以用来查询函数，如果你希望了解它的工作原理，请阅读该函数相关的描述。本书的意图在于提供一本指南。它提供对计算机视觉的基本理解以及如何在何时使用选择的算法。

本书的写作目的是作为计算机视觉的本科或研究生课程的辅助教材或教科书。采取的基本策略是先让学生能够快速阅读课本，然后在其他教科书或者文章中用更正式的章节进行补充阅读。每一章最后都配有练习题，可以帮助测试学生对知识的掌握程度并培养更多图像处理方面的意识。

可以采用如下任意一种方法来阅读本书。

抓取重点

先阅读第1~5章，之后只阅读你所需要的章节。除了第18章和第19章（涵盖了相机校正和双目视觉）以及第20章~第22章（涵盖机器学习），这本书并不需要按照章节顺序阅读。以项目为导向的学生和研发人员可以用这种方式阅读。

精读

坚持每周阅读两章，这样你就可以在11周之内读完第1章~第22章（第23章很短）。从项目开始，深入到具体研究领域，适当地使用额外的文献和论文作为补充。

速成

在可以理解的基础上尽可能快地浏览本书，阅读第1章~第23章，之后开始项目，并使用相关文献和论文在某一个领域进行更深入的研究。这也许是专业人员的一个选择，但也可能适合更高级的计算机视觉课程。

第20章对机器学习进行了简要的介绍，在此之后的第21章和第22章将对机器学习算法及其在OpenCV中的实现和实战进行更详细的解释。当然，机器学习是目标识别以及计算机视觉的重要组成部分，相关知识非常丰富以至于可以独立成书。专业人员会发现这本书是进一步探索的一个合适的起点，或者也可以仅仅对这一部分的OpenCV代码进行深入研究。在OpenCV 3.x中，机器学习的接口已经大大简化和统一。

我们喜欢的计算机视觉教学方式是，在学生基本能够理解算法工作原理的基础上尽可能快速展开教学，然后让他们进一步加深理解，进而开始学习有意义的课程设计，同时通过相关领域的文献和论文让学生对所选择的领域拥有更深刻和系统的认识。这种方法适用于半学期、一学期以及两学期的课程。学生可以快速开始，在对视觉项目仅仅有一般认识的时候就开始编码，等到进行更富挑战性和更耗时的工作的时候，指导教师可以提供适当的帮助。

而对于计划时间更长的课程来说，OpenCV项目本身就可以成为项目管理的指导。先建立工作系统，然后用更多的知识、细节和研究进一步加以完善。这类课程的目的是让每个项目都有一个值得自己发表的地方并且其中一些真的能够发展壮大起来。OpenCV

3.x的代码框架, Buildbots、GitHub的使用, pull request^{译注1}, 单元测试和回归测试, 文档, 这些对商业软件架构来说都是很好的示例, 值得参考。

本书约定

本书中使用下列约定。

斜体 (*Italic*)

指示新的术语、URL、电子邮件地址、文件名、拓展名、路径名、文件夹和Unix工具。

固定宽度 (`Constant Width`)

指示指令、选项、选择、变量、属性、键、函数、类型、类、命名空间、方法、模块、参数、值、对象、时间、事件句柄、XML标记、HTML标记、文件的内容或者指令的输出。

加粗固定宽度 (`Constant width bold`)

指示指令以及其他应该由用户输入的文本。也用来着重显示代码片段。

斜体固定宽度 (`Constant Width Italic`)

指示应当由用户提供的值取代的文本。

[...]

指示参考目录的引用。



这个标识表示建议或者一般性的笔记。



这个标识表示警告或需要注意的地方。

译注1: 拉取请求 (pull request) 是Github上的功能, 该功能在模块修改完成后, 将会专门针对修改的模块建立讨论并进行整合修改。

使用代码例程

补充材料（代码例程和练习等）都可以在https://github.com/oreillymedia/Learning-OpenCV-3_examples下载。

OpenCV不管是对于商业还是学术使用都是免费的，本书的代码我们也使用了相同的许可。不管是作为作业、研究还是商业产品，都可以使用。我们会非常感谢你在自己的文章中引用这本书，不过这不是必须的。引用通常包含标题、作者、出版商以及ISBN。比如：“*Learning OpenCV 3* by Adrian Kaehler and Gary Bradski (O’Reilly)。Copyright 2017 Adrian Kaehler, Gary Bradski, 978-1-491-93799-0。”

除了了解如何帮助你完成你的作业（最好保密），我们很乐意听到你将计算机视觉用于学术研究或者课堂教学以及使用OpenCV来帮助你开发商业产品。同样，这不是必须的，我们始终欢迎你们的来信。

O’Reilly Safari

 Safari是企业、政府、教育工作者和个人的会员制培训平台。该平台的成员可以获取上千种图书、培训视频、学习路线、交互教程以及来自超过250个出版商的播放列表，包括O’Reilly Media, Harvard Business Review, 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, Course Technology以及其他一些出版商。

更多信息请访问<http://oreilly.com/safari>。

联系方式

请把你对本书的意见和疑问发给出版社：

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

我们还有一个服务于本书的网站。那里有示例的列表以及未来版本的计划。点击<http://bit.ly/learningOpenCV3>了解这些信息。

评论或是询问这本书技术相关的问题，请发送邮件到bookquestions@oreilly.com。

关于本书、课程、会议以及新闻更多信息，请访问我们的网站：<http://www.oreilly.com>

在FaceBook上找到我们：<http://facebook.com/oreilly>

在Twitter上关注我们：<http://twitter.com/oreillymedia>

在YouTube上观看我们：<http://www.youtube.com/oreillymedia>

致谢

一个长期的开源项目通常经历很多人的加入和离开。每个人都从不同方面做出了贡献。这个库的贡献列表已经太长而不适合在这里展示，但是可以访问与OpenCV绑定的文档 /opencv/docs/HTML/Contributors/doc_contributors.html，查看贡献列表。

感谢对OpenCV的帮助

英特尔是OpenCV诞生的地方，感谢英特尔在这个库发起和成长的过程中所做出的巨大支持。时光荏苒，英特尔始终在为OpenCV筹备竞赛并做出贡献。英特尔还捐赠了内置的性能原语代码，为英特尔的架构提供了无缝加速。感谢英特尔所做的这一切。

谷歌一直是OpenCV开发者的稳定资助者，它为谷歌编程之夏（Google Summer of Code, GSoC）项目的Opencv实习生提供了赞助。这场活动贡献了许多杰出的工作成果。柳树车库（Willow Garage）公司提供了资金，致力于将OpenCV 2.0版本提升到3.0版本成果。在这些日子里，计算机视觉公司Itseez（最近被英特尔收购）提供了大量的工程师支持并承担了网站维护工作。英特尔已经表示继续支持维护网站（谢谢）。

在软件层面，特别需要感谢一些机构和个人，尤其是（英特尔）俄罗斯的软件团队。其中最主要的是俄罗斯首席程序员Vadim Pisarevsky（瓦迪姆·彼萨里夫斯）。他是这个库最大的独立贡献者。Vadim还在项目引爆前的萧条时期管理并且发展了OpenCV。如果要把有些人称为OpenCV的英雄，那么一定非他莫属。他的技术见解在我们写书的时候

也起到了巨大的帮助，在管理方面他也受到了Victor Eruhimov的支持，俄罗斯视觉公司Itseez的联合创始人，现在是Itseez3D（已被英特尔收购）的CEO。

在每周会议上，有几个人一直在帮助管理库，他们是Grace Vesom, Vincent Rabaud, Stefano Fabri, 当然还有Vadim Pisarevsky。这些会议可以在https://github.com/opencv/opencv/wiki/Meeting_notes看到。

在此期间，许多人都为OpenCV库做出了贡献，最近一些贡献者分别是Dinar Ahmatnurov, Pablo Alcantarilla, Alexander Alekhin, Daniel Angelov, Dmitriy Anisimov, Anatoly Baksheev, Cristian Balint, Alexandre Benoit, Laurent Berger, Leonid Beynenson, Alexander Bokov, Alexander Bovyrin, Hilton Bristow, Vladimir Bystritsky, Antonella Cascitelli, Manuela Chessa, Eric Christiansen, Frederic Devernay, Maria Dimashova, Roman Donchenko, Vladimir Dudnik, Victor Eruhimov, Georgios Evangelidis, Stefano Fabri, Sergio Garrido, Harris Gasparakis, Yuri Gitman, Lluís Gomez, Yury Gorbachev, Elena Gvozdeva, Philipp Hasper, Fernando J. Iglesias Garcia, Alexander Kalistratov, Andrey Kamaev, Alexander Karsakov, Rahul Kavi, Pat O’Keefe, Siddharth Kherada, Eugene Khvedchenya, Anna Kogan, Marina Kolpakova, Kirill Korniyakov, Ivan Korolev, Maxim Kostin, Evgeniy Kozhinov, Ilya Krylov, Laksono Kurnianggoro, Baisheng Lai（赖百胜），Ilya Lavrenov, Alex Leontiev, Gil Levi, Bo Li（李波），Ilya Lysenkov, Vitaliy Lyudvichenko, Bence Magyar, Nikita Manovich, Juan Manuel Perez Rua, Konstantin Matskevich, Patrick Mihelich, Alexander Mordvintsev, Fedor Morozov, Gregory Morse, Marius Muja, Mircea Paul Muresan, Sergei Nosov, Daniil Osokin, Seon-Wook Park, Andrey Pavlenko, Alexander Petrikov, Philip aka Dikay900, Prasanna, Francesco Puja, Steven Puttemans, Vincent Rabaud, Edgar Riba, Cody Rigney, Pavel Rojtberg, Ethan Rublee, Alfonso Sanchez-Beato, Andrew Senin, Maksim Shabunin, Vlad Shakhuro, Adi Shavit, Alexander Shishkov, Sergey Sivolgin, Marvin Smith, Alexander Smorkalov, Fabio Solari, Adrian Stratulat, Evgeny Talanin, Manuele Tamburrano, Ozan Tonkal, Vladimir Tyan, Yannick Verdie, Pierre Emmanuel Viel, Vladislav Vinogradov, Pavel Vlasov, Philipp Wagner, Yida Wang（王一达），Jiaolong Xu（许蛟龙），Marian Zajko和Zoran Zivkovic。

这里（<https://github.com/opencv/opencv/wiki/ChangeLog>）还列出了其他的贡献者。最后，Arraiy现在也在协助维护OpenCV.org（免费开源的代码库）。

感谢对本书提供帮助的人

在准备这本书和这本书的前一个版本时，我们得到了《纽约时报》科技记者约翰·马

尔科夫 (John Markoff)^{译注1}的大力帮助, 感谢他的鼓励、不厌其烦的指导以及多年所累积的一线写作经验。我们还要感谢O'Reilly (奥莱利) 的许多编辑, 特别是Dawn Schanafelt (道恩·施纳菲尔特), 在叛逆的作者准备创业的时候, 他满怀耐心地继续跟进本书相关工作。这本书是一个由OpenCV 2.x到3.x到长期项目。非常感谢O'Reilly始终站在我们这一边。

Adrian致谢

在第1版 (*Learning OpenCV*) 的写作过程中, 我邀请一些优秀的教师来协助我, 使得本书工作变成了可能。在这些年, 从各位那里获得的指导变得愈发珍贵。我对他们每个人都怀有诚挚的谢意。我还特别想在这份感谢名单上加上我的导师汤姆·汤贝雷诺^{译注2}, 我欠他非常多, 在他的记忆里, 我会把我的贡献献给这本书。他是一个具有非凡智慧的人, 我很骄傲自己有机会追随他的足迹。最后, 深深感谢OpenCV社区, 感谢你们对第1版的欢迎, 感谢你们耐心等待, 这一版历经波折总算最终完成。

这一版花了很长时间才完成, 在这几年里, 我有幸与数十家不同的公司合作, 担任顾问并进行技术研发, 先后作为董事会的成员、顾问团的成员、技术总监、研发人员以及始创人。我有幸看到并热爱着研发的方方面面。我在Applied Minds公司很多年, 在那里创建并且运行我们的机器人部门, 更准确地说是Applied Minds子公司。我很欣慰地看到OpenCV是许多优秀项目的核心, 涉及领域包括医疗、农业、航空、国防和国土安全。我同样高兴地发现这本书的第1版已经成为几乎所有这些机构中的案头必备。Gary和我用来构建斯坦利 (Stanley) 的技术已经成为无数项目的一部分, 其中至少包含许多正在研发的自动驾驶项目。它们其中的某一个, 或许所有都是为了改变或改善无数人的日常生活而准备的, 成为其中的一员是多么让人开心啊! 在这些年我遇到过无数惊人的故事——有关于第1版如何在人们所工作或教学的领域让他们受益, 帮助他们建立事业, 帮助他们完成巨大的成就——这些事情成为快乐和奇迹的源泉。我希望这本新书将继续为你们所有人服务, 并激励和支持新一代科学家、工程师和发明家前行。

在本书的最后一章, 我们开始了在机器人、人工智能、视觉和其他领域工作的新篇章。就我个人而言, 我深深地感激那些引领和激励我的人: 教师、导师以及相关书籍的作

译注1: 被誉为“硅谷独家大王”, 对互联网的发展富有洞察力和敏锐度, 长期专注于对机器人和人工智能领域进行报告。他是2013年普利策奖的得主, 代表作有《与机器人共舞》。

译注2: Tom Tombrello (1936—2014), 从上世纪60年代开始研究核反应。1998—2008年间主持物理、数学和天文系的工作。他帮助创建了物理11课程, 旨在鼓励新生突破常规思维, 勇于创新 and 想象。这堂课的确激发了许多年轻人, 包括埃隆·马斯克的明星前任莱利。