

*Learning OpenCV*  
*Computer Vision with the OpenCV Library*



学习

# OpenCV

(中文版)

*Gary Bradski & Adrian Kaehler* 著

于仕琪 刘瑞祯 译

O'REILLY®



清华大学出版社

---

# 学习 OpenCV

(中文版)

*Gary Bradski*    *Adrian Kaehler*    著

于仕琪    刘瑞桢    译

O'REILLY®

*Beijing • Cambridge • Farnham • Köln • Sebastopol • Taipei • Tokyo*

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，这些都有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 © 2008 Gary Bradski and Adrian Kaehler. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition, by O'Reilly Media, Inc., is published by Tsinghua University Press, 2009. Authorized translation of the original English edition, 2008 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 2008 年出版。

本书中文简体版由 O'Reilly Media, Inc. 授权清华大学出版社出版 2009 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号 图字：01-2009-5150

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(中文版)/(美)布拉德斯基(Bradski, G.), (美)克勒(Kaehler, A.)著; 于仕琪, 刘瑞祯译.  
—北京: 清华大学出版社, 2009.10

书名原文: Learning OpenCV

ISBN 978-7-302-20993-5

学… II. ①布… ②克… ③于… ④刘… III. 图像处理—应用软件 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 151959 号

责任编辑: 文开琪

封面设计: Ellie Volckhausen 张健

版式设计: 北京东方人华科技有限公司

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 178×233 印 张: 39.5 字 数: 769 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版 印 次: 2009 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 75.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770177 转 3103 产品编号：029292-01

---

# 出版前言

在 CMU(卡内基·梅隆大学, 全球计算机专业三强之一), A.纽维尔教授时常饱含热情地对学生说:“世界上有这么多‘为什么?’‘要是能解决那些问题该有多好啊?’”这样的问题仿佛时时刻刻都在呼唤:‘解决我吧, 弄清我吧!’像等待着恋人那样在等着我们这些研究者去解决它们。”作为出版工作者, 我们时常也能听到这样的声音, 吸引着时常以“超级好奇宝宝”自诩的我们循声而去并付诸实践。

在一次偶然的事件中, 我们对计算机视觉发生了浓厚的兴趣。这是专门研究如何让机器(即摄像机和计算机)“看”的科学, 这些机器可用来定性或定量地分析图像中各目标之间的相互联系, 并通过对这些图像内容含义的理解来解释场景。无论是研究人员或从业人员, 还是门外汉, 这都是一件多么有趣又富有挑战的事情啊!

循着计算机视觉这一主线, OpenCV 自然成为我们感兴趣的焦点。作为一个跨平台的计算机视觉库, OpenCV(Open Source Computer Vision Library, 开源的计算机视觉库)最初由 Intel 公司发起并开发, 以 BSD 许可证授权发行, 可免费用于商业和研究领域。它包含许多常用的算法, 已经广泛应用于对实时性要求较高的计算机视觉和模式识别系统的开发。截至 2009 年 8 月, 在 sourceforge.net 的下载次数已经超过 2 200 000 次, 大量用户来自中国。OpenCV 中文网站(<http://www.opencv.org.cn>)通过提供丰富的中文资料为 OpenCV 在中国的推广做出了巨大贡献, 吸引着越来越多的新手参与 OpenCV 的学习、使用和贡献中。

随着对 OpenCV 的深入了解, 我们把眼光投向 O'Reilly Media。它是一家在技术圈内享有盛誉的出版公司。我们一向倾慕于其创始人 Tim O'Reilly 的出版理念:“*All of our editors are expected to get their hands dirty with the technology we publish about. Many are former programmers, system administrators, technical writers, or*

*practicing scientists, and all are expected to have written at least one successful book of their own. Because we're close to the industry, we know what books are really needed, and we make sure they tell people what they really need to know."*

他们在适当的时候推出了 Learning OpenCV 这本优秀的教材。在浮夸之风盛行的当下，书名中的 Learning 显得额外清新、朴实，一种久闻的亲切感油然而生。书中广泛探讨的计算机视觉算法与理论，丰富的实例，清晰的结构，简繁适当的写作风格，无不引人入胜。对于更注重技术细节的专业人士而言，本书作者的背景和本书内容的组织和呈现方式可能更具有吸引力。关于 Gary 和 Adrian 的介绍，可参见书后的“关于作者和译者”。

顺利引进此书之后，更关键的工作之一便是物色“双优”译者。何为双优呢？优秀的专业知识背景+优秀的中英文文字功底。我们何其幸运，一发出邀请，国内 OpenCV 的先行者刘瑞祯和于仕琪两位博士便爽快地答应出手相助。感谢他们能在百忙之中贡献自己的休息时间参与本书的翻译，这是源于他们对于 OpenCV 的一往情深，源于他们对于计算机视觉领域难以割舍的情结，源于他们肩负的知识传播的使命感。

在翻译过程中，译者所表现出来的严谨、认真给我们留下了深刻的印象。整个沟通过程是令人愉快的。对于编辑提出的疑问，他们充分体现出他们的专业精神，以科学的态度负责任地加以肯定或否定。在这个互动过程中，我们受益良多。相信在他们的帮助下，学习 OpenCV 将成为一件轻松的事情。

为保证此书的尽善尽美，我们还有幸邀请到清华大学电子工程系博士研究生段非对本书进行审阅。他曾经翻译过非常畅销的《DirectX 3D 游戏开发编程基础》和《精通 3D 图形编程》。在我们的印象中，他是一个一丝不苟、地道的 science guy，对技术抱有超常的激情。在解决疑问的时候，他会现场进行验算。对于本书，他以专业的眼光进行了仔细审阅。在此向他表示衷心的感谢！

在编辑此书过程中，为方便读者快速定位，为方便读者快速定位自己希望了解的知识点，我们保留了原书索引，并在正文中相应位置标注了原书页码(见标记符【】)，希望能为读者提供少许帮助。

OpenCV 在国内的应用情况如何呢？我们有幸从大恒王亚鹏先生那里获得了答案。作为行业领跑者，他抽出宝贵的休息时间与我们分享了他们最终选用 OpenCV 的历程，也让我们对本书能为 OpenCV 做出贡献大有信心。在此也向他致以诚挚的谢意！

任何一种技术，仅有赞助者是不够的，仅有充满激情的开拓者也不够，还必须有

执着的“传教士”，还必须有忠实的跟随者。OpenCV 何其幸运，有优秀的公司(早期的 Intel 和现在的 Willow Garage)做支撑，有 Gary Bradski, Adrian Kaehler, 刘瑞祯和于仕琪这样乐于分享的“知识传播者”，有 Google 等优秀企业的开发人员积极参与和无私奉献，它的前景是可以预知的。计算机视觉是一个新兴领域，一个可以由天马行空自由创造的天地，一块等待着您留下脚印的“尚未凝固的水泥地”(注——明可夫斯基教授曾为迷茫中的爱因斯坦开“处方”，指导他大胆创新和开拓)。

亲爱的读者朋友们，这本书是否也能点燃您对您产生这样的激情呢？拿起它，开始令人心动的新旅程吧！正如济慈所说：“Now it appears to me that almost any Man may like the spider spin from his own inwards his own airy Citadel - the points of leaves and twigs on which the spider begins her work are few, and she fills the air with a beautiful circuiting. (在我看来，几乎人人都可以像蜘蛛那样，从体内吐出丝来结成自己的空中堡垒。她开始工作时，只凭借着树叶和树枝的几个尖儿，然后来回兜转，最后竟使空中布满了美丽迂回的路线。”希望我们也能借助于简单的“树叶和树枝的几个尖儿”，构筑起自己的城堡，计算机相关领域的城堡，共同共享自己微薄的力量。作为这一战线上的盟友，我们期待着您的任何意见和建议，电子邮箱 [coo@netease.com](mailto:coo@netease.com) 期待着您与我们分享这个旅程中的点点滴滴！

清华大学出版社  
2009年9月

---

# 译者序

计算机视觉是在图像处理的基础上发展起来的新兴学科，在计算机科学和工程、信号处理、物理学、应用数学和统计学，神经生理学和认知科学等研究方面，在制造业、检验、文档分析、医疗诊断，和军事等领域等各种智能 / 自主应用方面，都有非常广阔的发展前景。

由于涉及到如此多的专业知识，对普通的研发人员而言，计算机视觉颇有些阳春白雪的意味。其实这种意味来自于两个方面，即它是学术研究与工程开发的集合体。纯粹的研究人员，在有好的想法或者概念情况下，需要一个工程开发工具来验证自己的想法，这个开发工具必须是简单而易用的；工程人员则由于专业背景知识的缺乏，非常难以介入到计算机视觉领域。而 OpenCV 恰恰为这两者的结合提供了一个得心应手的开发工具或者应用平台。

OpenCV 作为一个开放源代码的应用平台，最大程度上体现出“众人拾柴火焰高”的开放精神。有大量的 OpenCV 学习资源可以在互联网上找到，这里译者深深感谢互联网的发展，一言以蔽之，没有互联网，就没有 OpenCV。因此 OpenCV 发展到今天，已经快速从少数人的兴趣爱好逐步转变为一个系统的、有科研和商业应用价值的研发平台。

这几年在中国，译者很欣喜地看到越来越多的学生、科研人员和应用开发人员开始在计算机视觉的研究和工程应用领域使用 OpenCV，并逐步把 OpenCV 作为自己所从事职业的一个忠实伙伴。

作为 OpenCV 项目的发起人，Gary Bradski 和 Adrain Kaebler 所撰写的 *Learning OpenCV* 一书，对 OpenCV 的很多基本算法函数都给出了详细的阐述，并且对函数算法的说明也非常到位。在阅读本书的过程中，读者不但有“知其然”，而且有

“知其所以然”的感受。

本书在介绍计算机视觉各个算法思想的同时，通过大量的程序样例，给读者以启发和引导，始终体现出“学以致用”的精神。特别是每章之后的练习，让读者在浏览各章节内容的基础上，借此做更进一步的思考，对读者在视觉算法思想的领悟和视野的拓展大有裨益。“桃李不言，下自成蹊”，对本书真实价值的最有效评判，其实是来自于广大的读者。

翻译本书的过程对于每位译者而言，既是再次学习和思考的历程，也是追寻作者提出问题、分析问题、解决问题的思维过程。“嚶其鸣矣，求其友声”，本书翻译的过程虽然并不短暂，译者却无过多艰辛之感，原因大致是在翻译的路途上，我们既体味到作者在本书中所展现的灵动思维，也感受到广大同行对本书进展的热情关注。换言之，译者不是在独自前行。

参与翻译本书的人员还有徐明亮、孙涛、柴树杉、吴佳、周磊、罗明、武思远、马长正、陈瑞卿等人。感谢他们的辛勤工作。本书的翻译与其说是几个人的工作，毋宁说它是 OpenCV 爱好者集体工作的结晶。译者感谢清华大学出版社给予我们这样一个难得的机会。另外特别感谢文开琪女士在本书译员确定、翻译质量、进度控制等方面的指导和工作。

刘瑞祯

2009年9月于北京



---

# 写在前面的话

“工欲善其事，必先利其器”，古代的剑客会像爱护自己的手足一样珍惜自己的剑，因为他懂得在决斗中拥有适合自己的武器往往是克敌制胜的关键。对于从事机器视觉应用技术开发工程师来说，他们所追求的是功能强大同时又快捷高效的工具，既能保证开发出来的视觉系统足以满足复杂应用现场的实际需求，又能快速完成一系列复杂算法的开发。毫无疑问，每个优秀的视觉技术开发人员都会认真地考虑自己所选用的开发工具。如果说 VC++ 是视觉技术开发人员不可或缺、随身必备的军刀，那么 OpenCV 就是他们冲锋陷阵时渴望拥有的冲锋枪，它带给开发人员两个重要的法宝——威力、速度，它对企业 and 开发人员具有两大“致命”诱惑——开放源码、完全免费。

中科院中国大恒集团下属的北京大恒图像视觉有限公司作为国内最早成立的专业从事机器视觉产品开发的公司，一直专注于自有产品、自有技术的研发，也经历了从最初在 DOS 操作系统下的汇编语言、C 语言一直到目前 Vista 操作系统下的 Visual Studio 等基础开发工具的升级换代过程，到现在形成了 VC++、IPP、OpenCV、Halcon 等多种工具并用的局面。说到 OpenCV，就不得不提起 Intel 公司在 1996 年发布的著名的奔腾处理器和 MMX (Multi Media Extended) 技术，也可以说正是奔腾处理器和 MMX 技术的出现把机器视觉技术在各领域中的实际应用发展推向了快车道。我们都知道基于数字图像处理 and 模式识别等技术的算法运算量一般都非常之大，所以在早期用计算机对一幅图像做个基本的处理都要花费很长的时间，这一瓶颈严重制约了机器视觉技术在实际应用领域的发展，所以评价一个视觉算法程序开发质量的重要指标之一就是运算速度，一直到现在的多核处理器时代仍然如此。而 Intel 公司的 MMX 技术以及后来的 SSE (Streaming SIMD Extensions) 技术的出现使得机器视觉算法的开发人员看到了希望的曙光，这种基于单指令多数据的多媒体

指令集技术可以使得图像处理算法的运行速度几倍甚至十几倍的提高，然而要想使用好该技术就必须面对令人头疼的汇编语言，算法开发和优化需要花费比较多的时间才能完成。

对于追求开发效率的机器视觉应用开发企业来讲，希望的是既能开发出性能优越的视觉系统，又能尽量提高开发效率、降低成本，大恒图像也在这方面经历了若干次选择。最初是选择了 Intel 公司的 IPL 及 IPP，这里面的函数都是采用了 MMX 或 SSE 技术优化的，是很优秀的图像处理库，但这里面大都是比较基础的图像处理函数，不能满足复杂的应用技术快速开发的要求，而且还有一点就是不能开放源代码。OpenCV 的出现使得每个机器视觉技术的开发人员都眼前一亮，它不仅是完全免费的开源软件，更可贵的是它包含的各类图像处理及识别的函数非常丰富，而且一般都利用 MMX 及 SSE 技术进行了很好的优化！我是从 2001 年开始接触 OpenCV，虽然公司里的算法工程师都很快喜欢上了 OpenCV，虽然我们从 2002 年起就正式地在产品的开发中使用了 OpenCV，虽然 OpenCV 已经成为视觉算法开发部必备的开发工具之一，但说句实在话我一直心有疑虑，我担心的是会不会哪一天 Intel 公司突然宣布 OpenCV 要收费，当然我的担心也是缘于我计划把我们公司自己开发的算法库建立在 OpenCV 的基础之上。幸运的是我的这种担心被 Intel 公司的 IPP 首席设计师李信宏先生化解了，这还要感谢本书的两位译者刘瑞祯博士和于仕琪博士，正式在他们组织的一次 OpenCV 的研讨会上我结识了李信宏先生和来自 OpenCV 开发组的 Vadim Pisarevsky 先生，李信宏先生亲口告诉我说 Intel 公司不会这样做，我信了，我相信 Intel 公司是可以利用他们强大的 CPU 的赢利来支持 OpenCV 的，我也因为 OpenCV 成为了 Intel CPU 的忠实拥护者。

当然，除了 IPP 和 OpenCV 之外还有一些非常优秀的专业机器视觉开发软件包，比如大家熟悉的 Matlab、Halcon、Sapera、VisionPro、EVision 等，Matlab 主要是高校里在视觉算法研究方面用的比较广泛，其他几个主要是针对商业应用开发的，虽然这些商业软件对于初级的开发者更容易掌握，但都是收费软件且不开源，所以专业的开发人员更喜欢 OpenCV，因此 OpenCV 目前成为了在从事机器视觉技术开发的企业中广泛使用的开发工具。我相信本书的出版将有助于机器视觉算法开发人员更容易地掌握 OpenCV 这一独特的开发工具，希望有更多的开发人员借此了解 OpenCV，也衷心祝愿 OpenCV 能走得更远、做得更好！

王亚鹏

北京大恒图像视觉有限公司(副总经理)

---

# 前言

本书为使用开放源代码计算机视觉库(OpenCV)提供了一个实战指南，同时还介绍了大量计算机视觉领域的背景知识以帮助读者充分使用 OpenCV。

## 目的

计算机视觉是一个迅速发展的领域，摄像机价格不断降低且功能越来越强、计算能力的普及以及视觉算法的日臻成熟都带动了该领域的发展。OpenCV 在计算机视觉的发展中扮演着重要的角色，它使得数千名研究人员在视觉领域能够获得更高的生产力。由于 OpenCV 专注于实时视觉应用，因此十分有助于学生和专业人员高效完成项目和加快研究进展，这是通过它提供的一个计算机视觉和机器学习基础架构来实现的，这个基础架构过去只是少数设备完善的实验室的专利。本书目的如下。

- 为 OpenCV 提供一份更好的文档——详细说明函数调用约定以及如何正确使用这些函数。
- 快速帮助读者对计算机视觉的算法原理获得直观的理解。
- 让读者认识到可以使用哪些算法，以及应用这些算法的场合。
- 通过许多可用的代码实例，让读者循序渐进地学会如何实现计算机视觉和机器学习算法。
- 培养读者具有一定的直觉，使其在出现问题的时候能够对一些 OpenCV 源代码中更高级的子程序进行修正。

简言之，本书既是我们在学校时希望使用的教材，也是我们在工作时希望翻阅的参考书。

本书为 OpenCV 这个工具提供了注解，旨在帮助读者快速在计算机视觉领域中开展有趣的工作。本书能帮助读者直观地理解算法的原理，这样可以帮助读者设计和调试视觉系统，并使得其他教材中对计算机视觉和机器学习算法的形式化描述更易于理解和记忆。

总而言之，如果直观地领会了算法的原理，便容易理解复杂的算法和与这些算法相关的数学知识。

## 本书面向的读者

本书包括算法描述、可运行的例程代码以及对 OpenCV 库中的计算机视觉工具的解释，因此，它应该会对多种类型的读者提供有益的帮助。

### 专业人员

对于需要迅速实现计算机视觉系统的专业人员来说，例程代码为开始工作提供了一个快速上手的框架。我们对算法原理的直观描述可以迅速教会读者或提示读者其用法。

### 学生

如我们所说，本书是我们当年在学校时希望使用的教材。直观的解释、详细的文档和例程代码都有助于读者在计算机视觉领域获得迅速成长，完成更多有趣的课堂项目，并且最终为计算机视觉领域贡献新的研究成果。

### 教师

计算机视觉是一个迅速发展的领域。我们发现，在需要时讲解一些经典的理论、当前的论文或专家的讲稿，学生会迅速地掌握一本课本。同时，学生也可以更早开始一些课程项目，尝试更多有挑战性的任务。

### 业余爱好者

计算机视觉非常有趣，可任由你天马行空地“创造”！

我们对于为读者提供充分的直观感受、文档以及可运行的代码给予了强烈的关注，

目的是使读者能够迅速实现实时计算机视觉应用程序。

## 本书声明

本书并不是一本正规教材。毋庸讳言，本书的许多知识点都涉及了大量数学细节<sup>①</sup>，但这样做的目的是加深读者对算法的理解，或者讲清楚算法中所用的前提条件。在这里，我们并不打算进行严格的数学推导，这也许会让一些一直用严格数学表达的人感到不习惯。

本书不是为理论研究人员所写，因为它更多地关注应用。本书针对视觉提供通用的知识，而不是仅仅针对计算机视觉的某些特定应用(例如医学图像或遥感分析)。

也就是说，作者深信一点：读完这里的解释之后，学生不仅会更好地学习理论知识，还会将这些知识铭记于心。因此，本书是针对理论课程的理想辅导书，也适用于入门课程或实战性较强的课程。

## 关于本书中的程序

本书所有的例程都基于 OpenCV 1.0 版本。代码可以在 Linux 或 Windows 下运行，也可能在 OS-X 下运行。本书的例程源代码可以本书的网站(<http://www.oreilly.com/catalog/9780596516130>)下载。OpenCV 可以从它的代码管理网站(<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary>)下载。

OpenCV 仍在不断发展，每年都会发布一到两个正式版本。一般来说，可以从代码管理网站的 SVN 服务器([http://sourceforge.net/scm/?type=svn&group\\_id=22870](http://sourceforge.net/scm/?type=svn&group_id=22870))获得最新代码。

## 预备知识

在大多数情况下，读者只需要知道如何用 C 语言编程，也许需要知道一些 C++ 编程知识。许多数学相关的内容属于选读，并带有特定标记。书中涉及的数学知识包括简单的代数和基本的矩阵代数，并且假定读者较熟悉最小二乘优化问题的求解方法，以及高斯分布、贝叶斯定律和简单函数的求导等一些基本知识。

---

① 深入数学细节的部分都有一个提示，指出一般读者可以直接跳过此部分内容。

这些数学知识用于帮助读者加深对算法的直观理解。读者可以跳过数学和算法描述，只通过函数定义和范例代码，便可让计算机视觉应用程序启动和运行。

## 如何充分使用本书

本书不需要按照顺序从头到尾地阅读。它可以作为一种用户手册：在需要的时候，可以从中查找函数；如果想知其所以然，可以阅读函数的描述。然而，本书的设计初衷是更偏向于教程。它帮助读者基本了解计算机视觉，如何以及何时使用所选定的算法。

本书可以作为计算机视觉领域本科生或研究生的辅导书或主要教材。学生阅读本书可迅速了解计算机视觉，然后再辅以其他教材中的理论知识以及本领域内的学术论文，更深入地学习。每一章后面都有练习题，可以帮助测试学生对知识的掌握情况，并加深理解。

您可以通过下面三种方式之一阅读本书。

### 仅选有用部分

开始阅读本书时，请先阅读第 1 章~第 3 章，然后根据需要阅读其他章节。本书不一定要按照顺序阅读，不过第 11 章和第 12 章除外。

### 最佳进度

一个星期只读两章，直到用六个星期读完第 1 章~第 12 章(第 13 章有些特殊，详见下文讨论)。然后开始项目，着手解决具体问题，并阅读其他教材和相关的论文。

### 快速掌握

在充分理解内容的前提下尽快浏览本书第 1 章~第 12 章。然后开始项目，着手解决具体问题，并阅读其他的教材和相关的论文。该方法可供专业人员选用，同时也适用于比较高级的计算机视觉课程。

第 13 章的篇幅较多，介绍了机器学习的背景知识、OpenCV 中实现的机器学习算法背后的细节，以及如何使用这些算法。当然，机器学习与物体识别以及计算机视觉的很多方面相关，详细描述需要一本书的篇幅。专业人员会发现，这是未来阅读文献(或直接使用 OpenCV 库中的代码立项)的一个理想起点。对于一般的计算机视

觉课程来说，本章可作为选学内容。

这是作者所希望的教授计算机视觉的方法：学生掌握要点后，快速学完课程内容，然后动手做一些有意义的课堂项目，同时指导老师通过其他教材或论文提供该领域的一些有深度的知识。该方法对小学期、整个学期或两个学期的课程都适用。学生的兴趣和创造力可以被迅速激发起来，很好地将自己所理解的知识 and 可运行的代码结合起来。当他们开始更有挑战性且更耗时的项目时，指导老师可帮助他们开发和调试复杂的系统。对于课时较多的课程，项目本身可以以项目管理的方式变成教育方式。首先建立其一个可以运行的系统，并优化改进该系统，然后进行研究。课程的目标是每个项目可以发表一篇会议论文，并且在随后(课程结束之后)的工作中发表更多相关论文。

## 本书所用约定

本书采用如下印刷约定。

### *斜体*

表示新名词，URL，电子邮件地址，文件名，文件扩展名，路径名，目录和 Unix 实用程序。

### 等宽字体

表示命令、选项、开关、变量、属性、键值、函数、类型、类、命名空间、方法、模块、参数、参数、值、对象、事件、事件句柄、XML 标签、HTML 标签、文件内容或者命令输出。

### 等宽粗体

显示需要用户逐字输入的命令或者其他文字。也用于代码中的强调。

### 等宽斜体

显示应该被用户输入值代替的文字。

### [...]

表示引用参考文献。

---

注意：该图标表示一个技巧，建议或一般注解。

---

---

警告：该图标表示警告或注意事项。

---

# 使用例程代码

OpenCV 是免费的，可用于商业和研究，因此对本书的例程代码，我们也持同样的态度。本书例程代码可以用于课程作业、科研或商业产品。如果在使用 OpenCV 时能在参考文献中引用本书，我们将很高兴，但这不是必须的。它如何帮助你完成课程作业(最好保密)这方面的细节可以不必告诉我们，但在借助于 OpenCV 时，我们希望知道您是如何将计算机视觉用于科学研究，课堂教学以及商业产品的。再次强调，这不是必须的，但我们总期待着您能跟我们讲几句。

## 联系我们

对于本书，如果有任何意见或疑问，请按照以下地址联系本书出版商：

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

本书也有相关的网页，我们在上面列出了勘误表、范例以及其他一些信息。你可以访问：

<http://www.oreilly.com/catalog/9780596516246>(英文版)

[http://www.oreilly.com.cn/book.php?bn=978-7-???-?????-?\(中文版\)](http://www.oreilly.com.cn/book.php?bn=978-7-???-?????-?(中文版))

对本书做出评论或者询问技术问题，请发送 E-mail 至：

[bookquestions@oreilly.com](mailto:bookquestions@oreilly.com)

希望获得关于本书、会议、资源中心和 O' Reilly 网络的更多信息，请访问：

<http://www.oreilly.com>

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



## 致谢

一个长期的开源项目见证了许多人的参与和离开，每个人都以自己不同的方式做出贡献。OpenCV 的贡献者列表实在太长，无法在此列出，但可以通过随 OpenCV 一起发布的文件 `.../opencv/docs/HTML/Contributors/doc_contributors.html` 看到所有贡献者。

## 感谢对 OpenCV 提供帮助的所有人士

Intel 是 OpenCV 的诞生地，它对该项目的全程支持理应得到感谢。开放源代码项目需要一个领军人物和充足的开发支持才能获得突破和迅速发展。Intel 提供了这两个关键条件。无论境况如何，一个公司能够启动这样一个项目并坚持不懈地进行维护，着实难能可贵。自诞生以来，OpenCV 帮助发起了 Intel 的高性能多媒体函数库(IPP)，Intel 的高性能多媒体函数库是一系列手工精心编制的汇编语言子程序，用于计算机视觉、信号处理、语音处理、线性代数等其他领域。现在，OpenCV 也可以通过 Intel 的高性能多媒体函数库提高效率(可选选项)。因此，一个伟大的商业产品和一个开源产品的发展历程是互相关联的。

Mark Holler 是 Intel 的一位研发主管。在比较早的时候，大量时间投入这个非正式的项目，他对此睁一只眼闭一只眼。他的好心得到了好报，他现在在加州酒乡 Napa 的 Mt. Veeder 地区经营一家葡萄酒厂，可尽情享受美酒。Intel 高性能多媒体函数库小组的 Stuart Taylor 允许我们“借用”他的俄罗斯软件团队来帮助 OpenCV。在 OpenCV 发展和存活下来的过程中，Richard Wirt 发挥了关键性作用。作为 Intel 实验室的主要负责人，实验室主任 Bob Liang(梁兆柱博士)使 OpenCV 蓬勃发展；当 Justin Rattner 成为 CTO 时，软件技术实验室为 OpenCV 确立了更加坚定的支持，这时获得了软件大师 Shinn-Horng Lee(李信弘)的支持和以及他的经理 Paul Wiley 的间接支持。在早期，Omid Moghadam 帮助 OpenCV 做了很多宣传工作。Mohammad Haghghat 和 Bill Butera 在技术咨询委员会中做了优秀的工作。Nuriel Amir、Denver Dash、John Mark Agosta 和 Marzia Polito 在启动机器学习库的过程中发挥了关键作用。Rainer Lienhart、Jean-Yves Bouguet、Radek Grzeszczuk 和 Ara Nefian 是 OpenCV 的关键贡献者和优秀的合作者；Rainer Lienhart 现在是一个教授，Jean-Yves Bouguet 现在是研究实验室人员并已经上任。技术贡献者的名字实在太多，无法一一列举。

在软件方面，一些人员特别突出，所以必须提到，特别是俄罗斯软件团队。这些人