



OpenCV的主要开发者和OpenCV社区的主要贡献者携手，深入解析OpenCV技术在计算机视觉项目中的应用，Amazon广泛好评

通过典型计算机视觉项目，系统讲解使用OpenCV技术构建计算机视觉相关应用的各种技术细节、方法和最佳实践，并提供全部实现源码，为读者快速实践OpenCV技术提供翔实指导



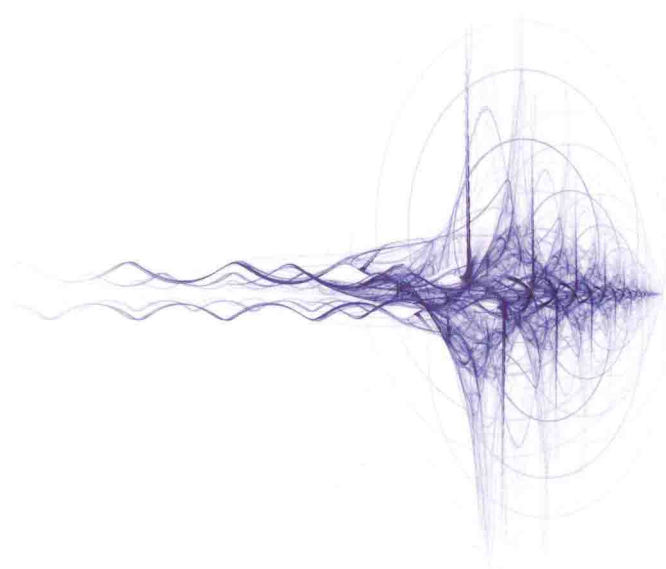
Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects

深入理解OpenCV

实用计算机视觉项目解析

Daniel Lélis Baggio Shervin Emami David Millán Escrivá 著
Khvedchenia Ievgen Naureen Mahmood Jason Saragih Roy Shilkrot

刘波 译



机械工业出版社
China Machine Press

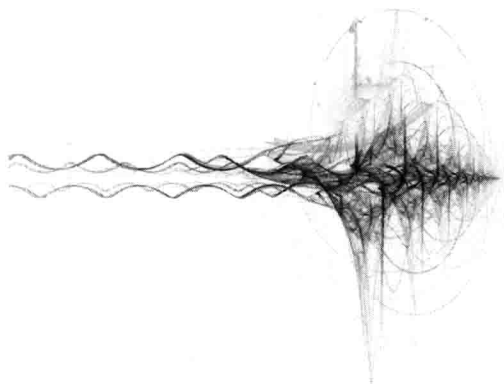
Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects

深入理解OpenCV

实用计算机视觉项目解析

Daniel Lélis Baggio Shervin Emami David Millán Escrivá 著
Khvedchenia Ievgen Naureen Mahmood Jason Saragih Roy Shilkrot

刘波 译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

深入理解 OpenCV：实用计算机视觉项目解析 / (巴西) 博格等著；刘波译. —北京：机械工业出版社，2014.9

(华章程序员书库)

书名原文：Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects

ISBN 978-7-111-47818-8

I. 深… II. ① 博… ② 刘… III. 图像处理软件—程序设计 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 204140 号

本书版权登记号：图字：01-2013-7571

Daniel Lélis Baggio, et al: *Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects* (ISBN: 978-1-84951-782-9).

Copyright © 2012 Packt Publishing. First published in the English language under the title "Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects".

All rights reserved.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2014 by China Machine Press.

本书中文简体字版由 Packt Publishing 授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

深入理解 OpenCV：实用计算机视觉项目解析

出版发行：机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码：100037）

责任编辑：陈佳媛

印刷：三河市宏图印务有限公司

开本：186mm × 240mm 1/16

书号：ISBN 978-7-111-47818-8

责任校对：董纪丽

版次：2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

印张：15（含彩插 0.25 印张）

定价：59.00 元

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) 88378991 88361066

购书热线：(010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线：(010) 88379604

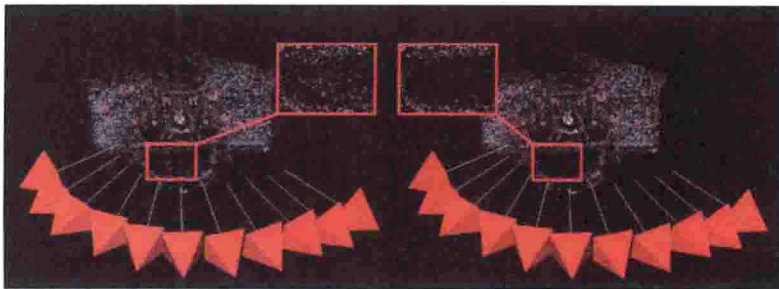
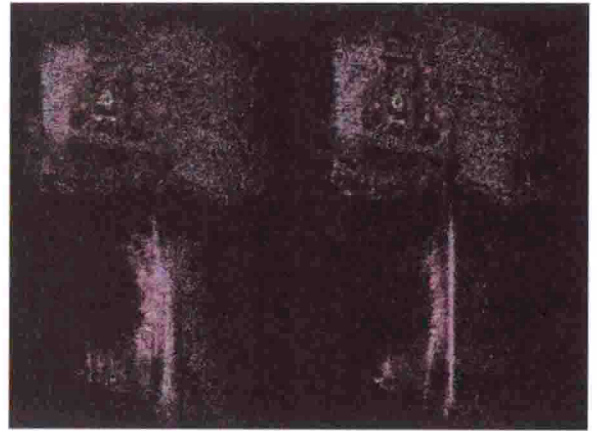
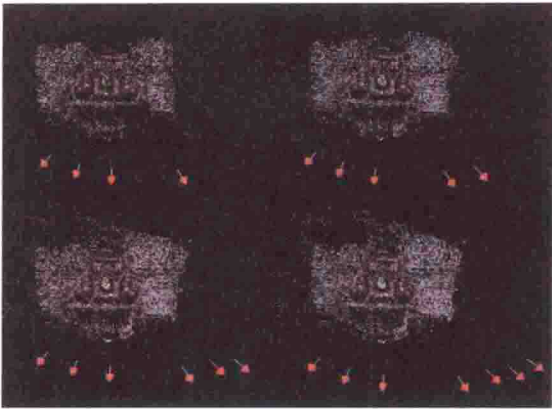
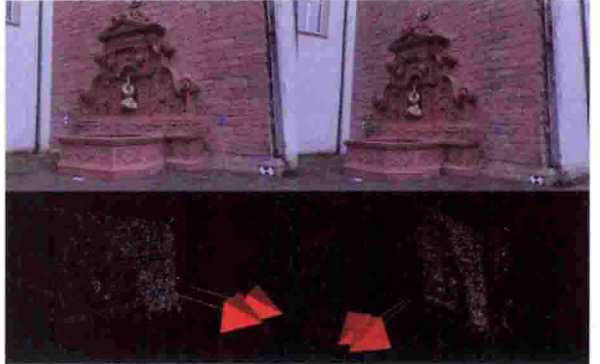
读者信箱：hzsj@hzbook.com

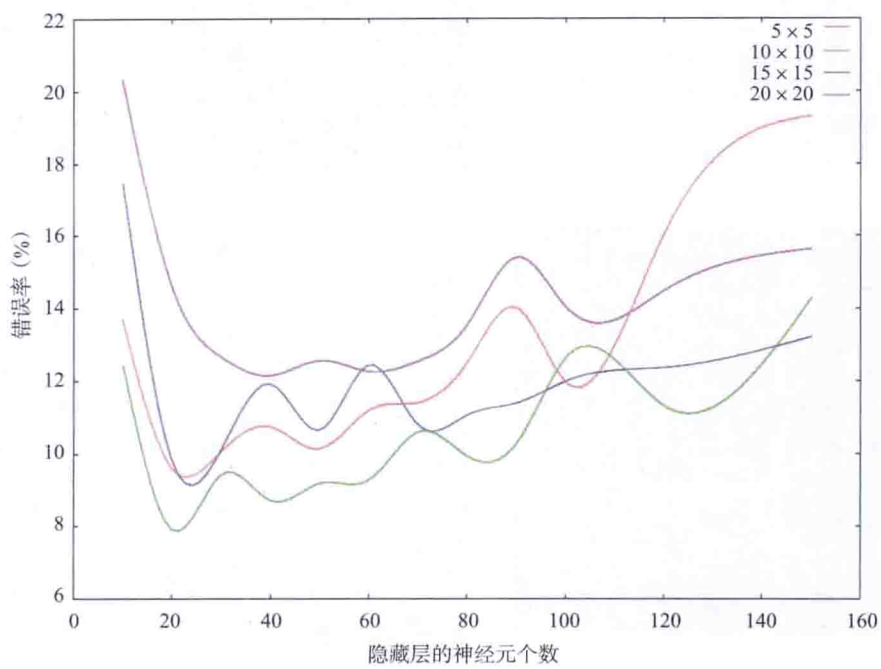
版权所有·侵权必究

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







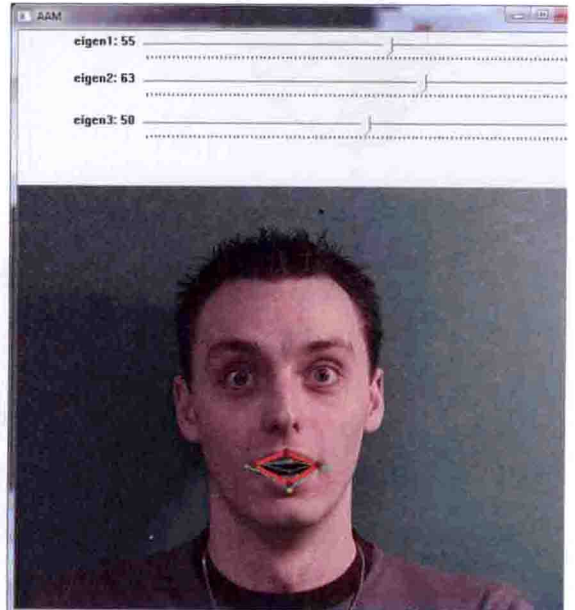
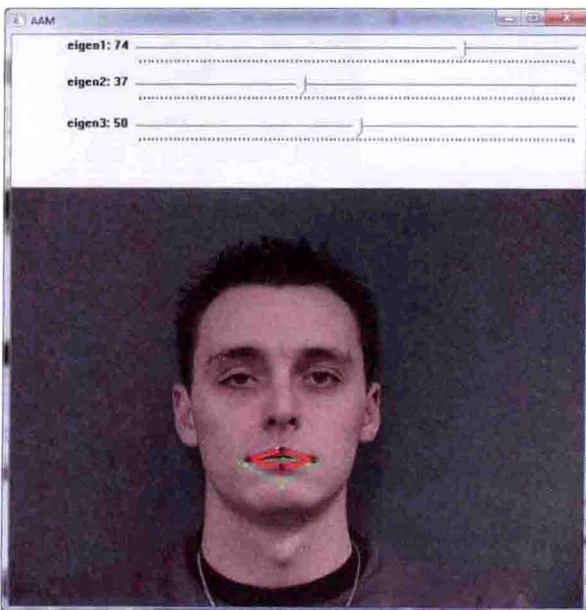
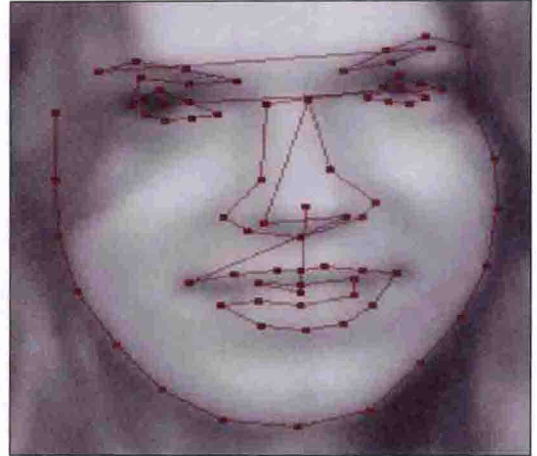
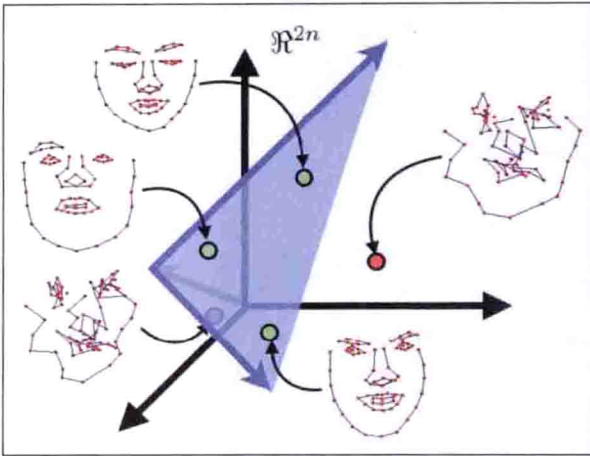
没有对齐的形状

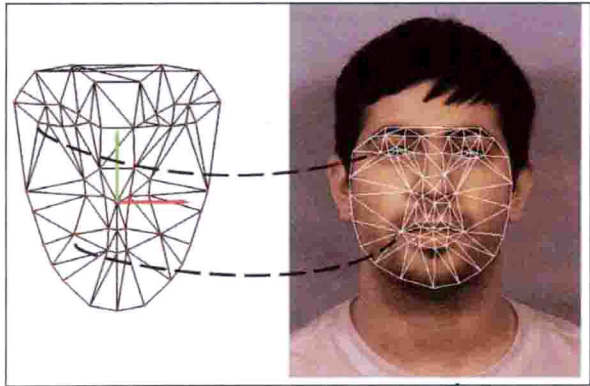
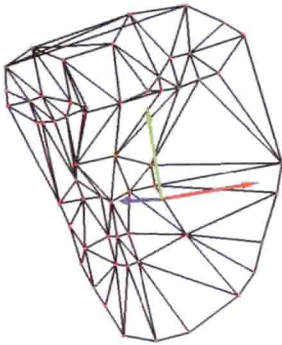
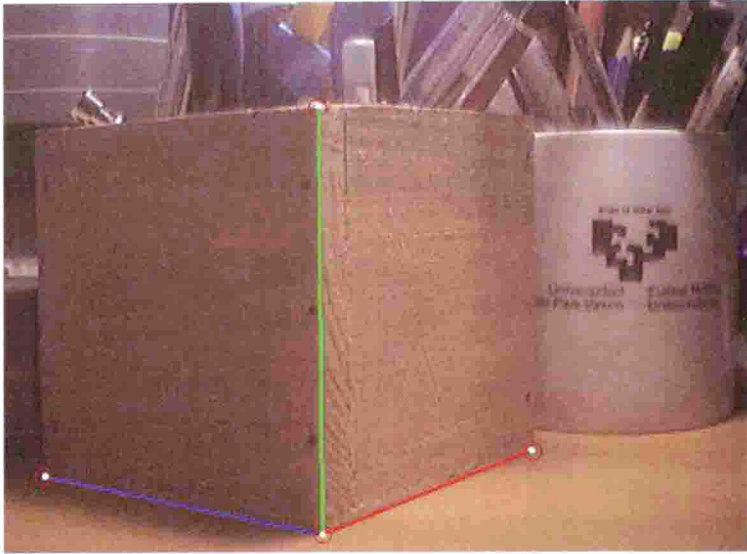


平移对齐



Procrustes 对齐





The Translator's Words 译者序

视觉是人类获取信息的主要来源。图像、视频等视觉信息载体也是当今大数据时代最大的数据源之一，在计算机工程、通信、生物学、医学、军事等领域有着广泛应用。由于计算机视觉涉及多个领域的专业知识，以及视觉对象的复杂性和视觉任务的多样，这使计算机视觉研究很困难。

OpenCV 是开源、跨平台的计算机视觉库，其全称是 Open Source Computer Vision Library。它是由英特尔公司发起并参与开发的，可在商业和研究领域中免费使用。OpenCV 能开发实时的图像处理、运动跟踪、目标检测等程序。

但目前通过实际应用项目来介绍 OpenCV 的书很少。本书通过 8 个典型的计算机视觉项目来介绍 OpenCV 强大、高效的功能。这 8 个项目涵盖了计算视觉的如下领域：基于 iPhone 或 iPad 的增强现实；从运动中得到 3D 结构；车牌识别；人脸识别与跟踪；三维头部姿态估计等。这些项目均用 C/C++ 实现，对于关键代码，作者给出非常详细的介绍。在每章中，作者不但介绍项目的应用背景、整体框架、软件设计方法，同时也深入浅出地介绍了与项目相关的机器学习理论。毫不夸张地讲，这是一本用 OpenCV 来实践计算机视觉应用难得的好书。

翻译本书的过程也是我学习的过程，虽然辛苦但也不觉得累。为了做到专业词汇准确权威，书本内容正确，意译部分既不失原著意境又无偏差，在翻译过程中查阅了大量相关资料。但由于时间和精力有限，书中内容难免存在纰漏。若有问题，读者可通过电子邮件 liubo7971@173.com 与我联系，欢迎一起探讨，共同进步。

本书翻译过程得到如下项目资助：（1）重庆市教委研究项目“多核正则化机器学习理

论研究”，项目号：KJ130709；（2）重庆工商大学研究项目“基于多核学习的高维数据分析研究”，项目号：2013-56-09；（3）大数据稀疏表示判别字典学习及其应用技术研究项目号：KJ1400612。

感谢河南工业大学信息科学与工程学院的靳小波博士对本书翻译的支持与鼓励，也感谢我的家人，特别感谢我妻子杨雪莉和女儿刘典。虽然翻译本书占用了本应陪她们的大量时间，但她们一直包容并支持我。

本书包含 9 章，每章都用一个完整项目作为教程，并提供全部源代码，这些源代码包含了用 C++ 实现的 OpenCV 接口。每章都出自作者在 OpenCV 社区对某一主题所做出的令人瞩目的贡献，OpenCV 的主要开发者也审阅了本书。本书没有解释 OpenCV 函数的基本功能，而是第一本介绍如何使用 OpenCV 来解决整个问题的书，其中包括几个 3D 摄像机项目（增强现实、从运动中恢复 3D 结构、Kinect 交互）和几个面部表情分析项目（例如：皮肤检测、简单的面部和眼部检测、复杂的面部特征跟踪、三维头部姿势估计和人脸识别）。因此，本书能很好地与现有 OpenCV 书籍配合使用。

本书的主要内容

第 1 章包含一个针对桌面应用和 Android 应用的完整教程及相关源代码，这些应用可从真实摄像机图像中自动生成一幅卡通画或图画。在生成过程中，包括皮肤颜色变换在内的几种卡通类型可供选择。

第 2 章包含一个完整教程，该教程讲解如何针对 iPhone 或 iPad 设备来构建基于标记的增强现实 (AR) 应用，并给出每个步骤和源代码的解释。

第 3 章包含一个怎样开发无标记增强现实桌面应用的完整教程，并解释了无标记增强现实 (AR) 和其源代码。

第 4 章通过 OpenCV 实现运动中结构恢复的概念来介绍运动中的结构 (SfM)。读者将学习如何从 2D 图像重构 3D 几何结构以及如何估计摄像机位置。

第 5 章包含一个完整教程及相关源代码，该教程是通过模式识别算法（支持向量机和人工

神经网络)而建立的自动车牌识别应用。读者将学习如何训练和预测模式识别算法来判断一幅图像是否为车牌。这对通过一组特征来识别字符也有帮助。

第 6 章包含构建一个动态人脸跟踪系统的完整教程及相关源代码,该系统能模拟和跟踪人脸的一些复杂部位。

第 7 章包含理解主动外观模型(AAM)和通过 OpenCV 来根据有不同脸部表情的数据帧创建 AAM 的所有背景知识。除此以外,该章解释如何根据 AAM 提供的拟合能力来匹配给定帧。然后采用 POSIT 算法来找到 3D 头部姿态。

第 8 章包含实时人脸识别应用的完整教程和源代码,该应用包括基本的脸部和眼部检测算法,能处理图像中的人脸旋转和不同光照条件。

第 9 章包含一个交互式流体模拟器(称为流体墙)的完整开发流程,它采用 Kinect 传感器。该章将解释怎样通过 OpenCV 的光学流方法来使用 Kinect 数据并将其集成到一个流体求解算法中。请读者通过链接 http://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/7829OS_Chapter9_Developing_Fluid_Wall_Using_the_Microsoft_Kinect.pdf 下载第 9 章。

阅读前的准备工作

阅读本书不需要具有计算机视觉的专业知识,但在阅读本书之前应该有良好的 C/C++ 编程技能和 OpenCV 的基本经验。没有 OpenCV 经验的读者不妨阅读《Learning OpenCV》来了解 OpenCV 的特性或阅读《OpenCV 2 Cookbook》来了解如何以受推崇的 C++ 方式来使用 OpenCV,因为本书将展示如何解决现实问题,并假定读者熟悉 OpenCV 和 C/C++ 开发的基础知识。

除具有 C/C++ 和 OpenCV 的经验外,读者还需要一台计算机和相应的 IDE 环境(例如:Visual Studio、XCode、Eclipse、QtCreator,它们可以运行在 Windows、Mac 或者 Linux 上)。有些章节有进一步的要求,特别是:

- ❑ 为了开发 Android 应用,读者需要一台 Android 设备、多种 Android 开发工具和基本的 Android 开发经验。
- ❑ 为了开发 iOS 应用,读者需要 iPhone、iPad 或 iPod Touch 设备、iOS 开发工具(包含一台苹果电脑、XCode IDE、苹果开发者证书)以及基本的 iOS 和 Objective-C 的开发

经验。

- 几个桌面项目需要一台与计算机相连的摄像机。任何普通的 USB 摄像机就足够了，但它至少是 100 万像素。
- 某些项目 (包括 OpenCV 本身) 会使用 CMake 来构建以支持跨平台和跨编译器。需要对构建系统有基本的理解，最好具有跨平台构建的知识。
- 需要了解线性代数方面的知识，例如：向量和矩阵的基本操作以及特征分解。

本书的读者对象

本书对想用基本的 OpenCV 知识来创建实际的计算机视觉项目的开发者来说是一本绝佳指南，此外，对于经验丰富并想获得更多计算机视觉主题的 OpenCV 专家而言也是非常好的一本书。本书向计算机科学相关专业的高年级本科生和研究生，以及研究人员和想用 OpenCV C/C++ 接口来解决实际问题的计算机视觉专家提供循序渐进的实用教程。

经典体感应用开发著作



Kinect应用开发实战：用最自然的方式与机器对话

本书由微软资深企业架构师兼Kinect应用开发专家亲自执笔，既系统全面地讲解了Kinect技术的工作原理，又细致深入地讲解了Kinect交互设计、程序开发和企业应用展望。全书不仅包含大量实践指导意义极强的实战案例，而且还包括大量建议和最佳实践，是学习Kinect for Windows应用开发不可多得的参考书。

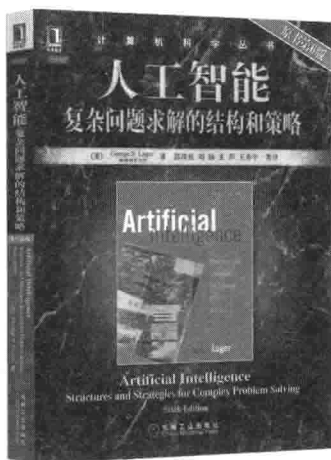
本书分为八大部分：准备篇（引言和第1章），从科幻电影的自然人机交互技术谈起，同时针对虚拟现实、增强现实、多点触摸、语音识别、眼球跟踪、人脸识别、体感操作、脑机界面等人机交互技术，结合一些生动例子来说明这些技术的最新发展动态；原理篇（第2~3章），深入剖析Kinect的硬件组成，从原理上分析Kinect的工作机制，并从计算机视觉技术角度去重点分析“体感操作”背后发生的一切；基础篇（第4~5章），对Kinect for Windows SDK进行框架性的导读，并对Kinect自然人机交互的设计提出有益的归纳和建议；开发篇（第6~9章），从Kinect的开发环境准备，到视频数据、深度数据、骨骼跟踪等开发实例，其中包括一个用Kinect测量身高的有趣实例；实例篇（第10~16章），通过一些生动有趣的应用实例（超级玛丽、水果忍者等）开发，帮助读者快速开发入门；进阶篇（第17~19章），包括姿态识别和手势识别的算法实现，Kinect技术结合3D技术的应用，同时结合Kinect在手术室的原型应用这一综合实例，将交互设计、骨骼跟踪、手势识别、语音识别等关键点“串烧”起来；展望篇（第20~22章），汇集Kinect应用的相关创意和奇思妙想，以及Kinect在医疗、教育、动作捕捉、虚拟现实、增强现实、动漫设计乃至冰川研究等诸多领域的发展前景；附录A是关于Kinect SDK命名空间Microsoft.Kinect的详细介绍，附录B是关于自然人机交互技术、计算机视觉技术的相关开源社区动态。

OpenNI体感应用开发实战

本书是国内首本关于OpenNI的实战性著作，也是首本基于Xtion设备的体感应用开发类著作。具有权威性，由国内体感应用开发领域的专家撰写，华硕官方和CNkinect社区提供支持；具有针对性，深入调研OpenNI社区开发者的需求，据此对内容进行编排；全面且系统，讲解了Xtion和OpenNI的功能使用、技术细节和工作原理，以及体感应用开发的各种知识和技巧；实战性强，包含多个有趣的综合性案例，详细分析和讲解案例的实现过程，确保读者通过本书掌握体感应用开发的技术和方法是本书的宗旨。

全书共19章，分为五个部分：基础篇（1~3章）介绍了自然人机交互技术、Xtion硬件设备的功能和原理、OpenNI的功能和应用；准备篇（4~6章）讲解了如何搭建OpenNI+Xtion的体感应用开发环境，以及OpenNI的一些基本功能；进阶篇（7~13章）详细讲解了人体骨骼追踪、手势识别、手部追踪、录制与重播、生产节点的建立、声音数据的获取和使用、彩色图像数据的获取和贴图等OpenNI的重要功能及其应用方法；实战篇（14~17章）详细讲解了4个有趣且具有代表性的案例，通过这部分内容读者将能掌握体感应用开发的流程与方法；高级篇（18~19章）讲解了体感应用开发中会用到的多种高级功能，如运动捕捉和OpenNI Unity工具包等。

推荐阅读



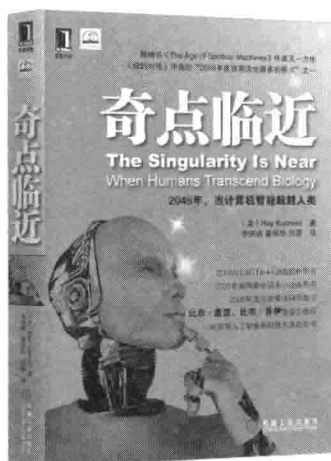
人工智能：复杂问题求解的结构和策略（原书第6版）

作者：George F. Luger ISBN: 978-7-111-28345-4 定价：79.00元



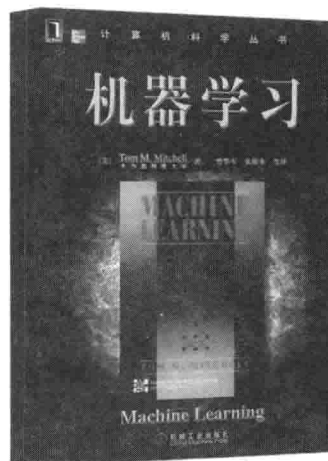
人工智能：智能系统指南（原书第3版）

作者：Michael Negnevitsky ISBN: 978-7-111-38455-7 定价：79.00元



奇点临近

作者：Ray Kurzweil ISBN: 978-7-111-35889-3 定价：69.00元



机器学习

作者：Tom Mitchell ISBN: 978-7-111-10993-7 定价：35.00元

目 录 Contents

译者序 前 言

第1章 Android系统上的卡通化

和皮肤变换	1
1.1 访问摄像机	2
1.2 桌面应用处理摄像机 视频的主循环	3
1.3 生成黑白素描	4
1.4 生成彩色图像和卡通	5
1.5 用边缘滤波器来生成 “怪物”模式	7
1.6 用皮肤检测来生成 “外星人”造型	8
1.6.1 皮肤检测算法	8
1.6.2 确定用户放置脸的位置	9
1.6.3 皮肤变色器的实现	10
1.7 把桌面应用移植到 Android 系统	14
1.7.1 安装使用 OpenCV 的 Android 项目	14

1.7.2 在 Android NDK 应用中 添加卡通化代码	17
1.7.3 在 Android 系统中显示 保存图像的消息	24
1.7.4 降低素描图像的随机 椒盐噪声	27
1.8 总结	31

第2章 iPhone或iPad上基于 标记的增强现实

2.1 使用 OpenCV 创建 iOS 项目	33
2.1.1 添加 OpenCV 框架	34
2.1.2 包含 OpenCV 头文件	35
2.2 应用程序的结构	36
2.3 标记检测	43
2.3.1 标记识别	44
2.3.2 标记编码识别	50
2.4 在三维空间放置标记	53
2.4.1 摄像机标定	53
2.4.2 标记姿态估计	54
2.5 渲染 3D 虚拟物体	56
2.5.1 创建 OpenGL 渲染层	56

2.5.2 渲染 AR 场景	59
2.6 总结	64
2.7 参考文献	64
第3章 无标记的增加现实	65
3.1 基于标记的 AR 与 无标记的 AR	65
3.2 使用特征描述符检测 视频中的任意图像	66
3.2.1 特征提取	67
3.2.2 模式对象定义	69
3.2.3 特征点匹配	69
3.2.4 删除离群值	70
3.2.5 将示例项目各部分 放在一起	76
3.3 模式姿态估计	77
3.3.1 PatternDetector.cpp	77
3.3.2 获取摄像机内矩阵	78
3.4 应用的基础架构	81
3.4.1 ARPipeline.hpp	82
3.4.2 ARPipeline.cpp	82
3.4.3 在 OpenCV 中启用 三维可视化支持	83
3.4.4 使用 OpenCV 来创建 OpenGL 窗口	84
3.4.5 使用 OpenCV 捕获视频	85
3.4.6 渲染增强现实	85
3.4.7 演示应用程序	88
3.5 总结	91
3.6 参考文献	91
第4章 使用OpenCV研究从运动中恢复结构	92
4.1 从运动中恢复结构的概念	93
4.2 从两幅图像估计摄像机 运动	94
4.2.1 通过丰富的特征描述符 进行点匹配	94
4.2.2 通过光流进行点匹配	96
4.2.3 搜索摄像机矩阵	99
4.3 重构场景	102
4.4 从多视图中重构	105
4.5 重构的细化	108
4.6 用 PCL 来可视化 3D 点云	111
4.7 使用示例代码	113
4.8 总结	114
4.9 参考文献	115
第5章 基于SVM和神经网络 的车牌识别	116
5.1 ANPR 简介	116
5.2 ANPR 算法	118
5.3 车牌检测	119
5.3.1 图像分割	120
5.3.2 分类	125
5.4 车牌号识别	127
5.4.1 OCR 分割	127
5.4.2 特征提取	129
5.4.3 OCR 分类	130
5.4.4 评价	133
5.5 总结	136