



OpenCV



OpenCV 教程

基础篇

刘瑞祯 于仕琪 编著

43



北京航空航天大学出版社



OpenCV 教程

——基础篇

刘瑞祯 于仕琪 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

目前,OpenCV 逐步成为一个通用的基础研究和产品开发平台。本书是国内第一本全面介绍 OpenCV 的中文版图书,对 OpenCV 开放源代码计算机视觉库进行了详细讲解。OpenCV 由一系列 C 函数和 C++ 类构成,功能涵盖图像处理、计算机视觉和模式识别等领域。OpenCV 实现了大量通用算法,涉及到图像处理、结构分析、运动检测、摄像机定标、三维重建以及机器学习等方面,并有较高的运行效率。书中所有实例均提供了 C/C++ 语言的源代码。

本书附光盘 1 张,内容包括 OpenCV1.0 分别在 Windows 和 Linux 下的安装程序,以及书中所有实例的源代码。

本书可作为信息、图像处理和模式识别等领域的高年级本科生、研究生的教学用书,也可作为学生课题项目、科研项目以及公司产品开发的参考手册。

图书在版编目(CIP)数据

OpenCV 教程. 基础篇/刘瑞祯,于仕琪编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.6

ISBN 978-7-81124-035-1

I. O… II. 刘… III. 图像处理—C 语言—程序设计—教材 IV. TP312 TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 054116 号

OpenCV 教程——基础篇

刘瑞祯 于仕琪 编著

责任编辑 宋淑娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:27.75 字数:710 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-035-1 定价:49.00 元(含光盘)



前 言

OpenCV 这一名称包含了 Open 和 Computer Vision 两者的意思。实际上,Open 指 Open Source(开源,即开放源代码),Computer Vision 则指计算机视觉。OpenCV 的发展对软件的开发具有重要影响。

(1) 开放源代码

开放源代码(open source)是信息技术界从 20 世纪 80 年代开始兴起的新名词。源代码是由软件命令电脑执行指定动作的程序语句,是一个软件的核心所在。最著名的开放源代码软件,当属芬兰人林努斯·托尔瓦兹提出的 Linux。开放源代码软件之所以能够风靡世界,首先是其开源的免费特性;此外,由于有全球众多编程者的参与,开源软件一般具有简约精炼、资源占用少、功能集中和安全性好的特点。

从长远来讲,开放源代码或许是一种效率更高、效果更好的软件商业模式。这也是为什么很多商业软件巨头,开始逐步关注开源模式,并参与其中。因为开源,不仅仅使软件比较便宜,它更是一种转变,一种建造当代软件公司发展模式的运动。

(2) 计算机视觉

计算机视觉(computer vision)是在数字图像处理的基础上发展起来的新兴学科,它从信息处理的层次研究视觉信息的认知过程,研究视觉信息处理的计算理论和表达与计算方法,包括图像特征提取,摄像机定标,立体视觉,运动视觉(或称序列图像分析),由图像灰度恢复三维物体形状的方法,物体建模与识别方法以及距离图像分析方法等方面。作为一门综合性的交叉学科,计算机视觉处理的领域涉及到计算机科学与工程、信号处理、物理学、应用数学与统计学以及神经生理学与认知科学等方面,并在制造业、检验、文档分析、医疗诊断和军事等领域的各种智能/自主系统中有着广泛的应用。

(3) Intel 资助的开源项目——OpenCV

或许人们奇怪,Intel 公司竟然会资助一个开源项目,这似乎不符合一个跨国公司追求商业利润最大化的做事风格。但是,OpenCV 确实是在 Intel 公司的鼎力资助下,才得到长足和有保障的发展。这是因为开源作为今后软件的发展模式,必将给现有的高技术企业带来巨大的潜在利益。目前,以 Linux 为代表的开放源代码软件得到了 HP,IBM,Sun,Intel 和 Novell 等世界上几乎所有大计算机软、硬件厂商的重视和支持,他们纷纷启动了开发和利用开放源代码软件的项目。因为开源已经日益成为一个不可阻挡的世界潮流,无论从软件开发本身还是技术趋势来看,开放的、有众多志愿者参与的开源项目,都会大大促进产品和技术的发展,并带来巨大的潜在商业价值。

OpenCV 作为开放的数字图像处理和计算机视觉软件平台,有以下特点:

- ① 开放 C 源码。
- ② 基于 Intel 处理器指令集开发的优化代码。
- ③ 统一的结构和功能定义。
- ④ 强大的图像和矩阵运算能力。



- ⑤ 方便灵活的用户接口。
- ⑥ 同时支持 MS - Windows 和 Linux 平台。

作为一个基本的计算机视觉、图像处理和模式识别的开源项目,OpenCV 可以直接应用于很多领域,作为二次开发的理想工具。

本书的由来

笔者从开始接触 OpenCV 到现在,已经有很长时间了。记得当时在中科院读博士时,主要使用 MATLAB 进行算法原型的设计和验证。为了开发演示系统,也为兴趣起见,一直在寻找一种好的、具有类似 MATLAB 功能的、在图像处理/计算机视觉/模式识别等领域中使用的 C/C++ 基础开发平台。从有名的卡耐基-梅隆大学(CMU)的计算机视觉主页(<http://www.cs.cmu.edu/~cil/vision.html>)以及开源网站 sourceforg.net,到网络上曾经寻找过数不胜数的各种源代码开发包。当时试图把每一个可以下载的源代码都运行一遍,可谓是“上穷碧落下黄泉,两处茫茫皆不见”,一直没有找到合适和满意的。究其原因不外乎是:大量开发包都是由业余爱好者自己编写的、凭兴趣或者自己开发的项目,其最大缺点是不规范,缺乏后续的开发和改进能力。直至找到 OpenCV,才有眼睛一亮的感觉。

第一次下载的 OpenCV 的版本是 Beta 2.1 版。那时感觉 OpenCV 能够吸引我的地方是,除了它具有必要的功能外,最主要的是它有一个 Yahoo Group,在上面有很多参与者,与众人一起讨论学习,可以不断提高自己、增长知识。后来逐步接触了 OpenCV 的各个升级版本,也陆续在上面做了不少开发。从几年前翻译 OpenCV 用户手册开始,到建立自己的第一个 OpenCV 方面的博客,笔者就一直有一种想法,希望能够在国内推广 OpenCV。为什么很多好的开源项目,都是在国外的土壤上发展壮大,而国内却非常少?几年的经历使我发现大致是因为国内的生存和竞争压力太大,自己又何尝不是如此呢!

最近一段时间,重新下定决心来写点东西,希望能够对 OpenCV 在国内的推广有所裨益,一些内容也会陆续放到博客上(<http://blog.csdn.net/hunnish>),对于很多喜欢在网上看书的人,可以直接从博客下载相关内容。

本书的宗旨

本书力求做到:

- 全面反映 OpenCV 最新版本的通用功能,淡化某些理论性较强的专用功能。
- 着力描绘各个函数的使用方法,简化函数用法的解释。
- 多举实例,以有利于不熟悉 C/C++ 语言和计算机视觉、数字图像处理的读者进行学习,寓教于例,由浅入深,使他们能够体会到 OpenCV 带来的成功快乐。
- 诚实面对读者,所有实例都经过编译运行。
- 为方便读者学习和使用,随书光盘包含了全书的所有源代码以及 VC6.0 的工程文件,读者可以直接编译运行。

本书以 OpenCV 入门为目的,希望抛砖引玉,为那些对 OpenCV 感兴趣以及刚刚开始接触 OpenCV 的人使用,以消除他们在接触一个新事物时所产生的陌生感。

本书没有深入讲解 OpenCV 中很多算法所涉及的理论知识,因为这些理论知识已经大大超出本书的范围,如果需要了解这些理论,最好的方法是查阅相关论文以及教科书。本书只是



说明如何使用这些函数,因此,只力求使读者对 OpenCV 中的模式识别和图像处理等方面的函数,知其然而不必知其所以然。

全书的结构

全书分6章,另有附录A~C,并提供光盘一张。其中,第2章的部分内容和第6章由于仕琪完成,其余部分由刘瑞祯完成。

第1章概述了 OpenCV 及其实现的功能。

第2~6章的内容遵循“由浅入深”、“相对独立”和“算例引导”原则来安排。从全书整体看,概念相对简单的篇章安排在前;复杂的函数和概念安排在后,并尽量用实例来说明。为了节约篇幅,绝大部分实例采用命令程序的形式提供,这样有助于读者避免图形界面程序的干扰,而直接了解 OpenCV 的内核。

- 第2章 OpenCV 入门 专门介绍 OpenCV 最基本的使用方法,主要针对以前没有接触过 OpenCV 的读者。因此对程序的安装、配置、编译、运行、基本项目的创建以及基本函数库的构建给出了尽可能详细的解释。
- 第3章 OpenCV 基础 系统阐明 OpenCV 的数据结构、函数使用方法、GUI 以及矩阵和图像的操作与显示,并详细讲解视频流在 OpenCV 中的操作方法。配合大量实例,读者可以通过本章的学习对 OpenCV 有一个全面而基本的认识。请读者千万不要轻视本章的内容,因为它快速而全面地介绍了 OpenCV,是今后开发和学习 OpenCV 的基础。
- 第4章 数据结构与数据操作 对 OpenCV 中涉及到的各类数据结构及其相应的操作方法做进一步说明。本章内容建立在 OpenCV 英文参考手册之上,所有的函数参数以及调用方式,都是根据 OpenCV V1.0 版本翻译编写的;在升级版本出来之后,有些函数的调用方式也许会发生相应改变,敬请读者注意。
- 第5章 模式识别与图像处理 本章实际上是对 OpenCV 中涉及到模式识别与数字图像处理方面的函数做一个综合阐述,其主要部分也建立在 OpenCV 英文用户参考手册之上。本章涉及的很多函数需要大量的理论和专业背景知识作基础,因此对这些函数只是阐述了使用方法,并用适当实例来说明,而没有详细讨论算法的基本知识,因为这些知识已经大大超出了本书范围。
- 第6章 运动物体跟踪 这是一个实际项目,说明如何利用 OpenCV 来实现运动物体的智能监控与跟踪。读者可以通过本章的学习对 OpenCV 有一个实际的开发体验。

附录 A~C 包括样例索引、附图索引以及函数索引,以方便读者查阅书中相关内容。

本书的读者对象和使用建议

本书可作为信息处理、计算机、机器人、人工智能、遥感图像处理和认知神经科学等相关专业的本科高年级学生或研究生的教学用书,也可供以上领域的产品开发人员和研究工作者参考。

本书内容的自封闭性、算例和完善的检索系统及随书光盘,使本书既能作为教材或自学用书,又能作为实践 OpenCV 的开发手段。计算机视觉自身具有的很强的综合性决定了本书有较大的知识跨度。其中最主要的两点是:第一,读者应该有良好的 C/C++ 编程基础,因为作



为研究人员以及硬件工程师,编程是必不可少的基本功;第二,书中涉及的相关模式识别和数字图像处理的相关内容,希望读者尽量结合相关教科书和参考书,从“知其然”开始,逐步过渡到“知其所以然”。作者在编写本书时,充分考虑了 OpenCV 的这种特点,也考虑了多方面读者的不同层次需要,配置了大量的样例程序,因此无论读者原来的知识背景如何,只要循着样例进行操作,就能直观地感受到其运行结果。

致 谢

虽然本书从有想法到最终开始动手之间的时间很长,然而成书的时间却不到一个月。这当然要感谢很多曾经对本书做出贡献的人——樊臻涛、张红梅、魏育成、张兆翔、张艳秋、谭俊河和柳明等。他们的工作使本书很快完成。

另外,也要感谢北京航空航天大学出版社。感谢该社为本书所做的一切工作,也感谢赵延永老师、宋淑娟老师对作者编写本书所给予的鼓励、理解和支持。

在本书结稿的此时此刻,要感谢我的妻子李秀娟,她对我的事业和生活给予一如既往的支持,在回国的几年里,是她给予我生活和工作的信心。同时也衷心感谢我的父母和家人,当我因事业而到处奔波时,他们给我营造了一个温馨而平静的家庭港湾,让我能够义无反顾地追求自己的梦想。

时值 2006 年的圣诞之夜,此书也算是我奉献给大家的圣诞礼物吧。

刘瑞祯

2006 年 12 月 24 日夜于北京



目 录

第 1 章 概 述

第 2 章 OpenCV 入门

2.1 下载 OpenCV	6
2.2 VC6.0 下安装与配置	6
2.2.1 安装 OpenCV	6
2.2.2 安装 DirectX SDK	8
2.2.3 编译 OpenCV	9
2.2.4 设置 VC6.0 环境	9
2.2.5 在项目中运用 OpenCV	10
2.2.6 以 Makefile 方式编译程序	10
2.3 VC.net 2003 下安装与配置	11
2.3.1 定制全局选项	11
2.3.2 创建新项目	13
2.4 VC 2005 Express 下安装与配置	15
2.4.1 安装 VC 2005 Express	15
2.4.2 安装 Microsoft Platform SDK	15
2.4.3 配置 VC 2005 Express	15
2.4.4 建立 OpenCV 项目	16
2.5 Linux 环境下的安装	18
2.5.1 下载源码	18
2.5.2 解压文件	18
2.5.3 检查软件配置	18
2.5.4 编译 OpenCV	19
2.5.5 安装 OpenCV	19
2.5.6 更新动态链接库	20
2.6 Debian 下安装	20
2.7 创建 OpenCV 控制台项目	20
2.8 在 MFC 中使用 OpenCV	23
2.8.1 创建新项目	23
2.8.2 设置 OpenCV 环境	23
2.8.3 分步创建 MFC 例程	26
2.8.4 读入图像并显示处理	29

2.8.5 在 MFC 窗口中显示图像	34
2.9 创建 OpenCV 的静态链接库	35
2.9.1 生成 CXCOREL 的工程文件	35
2.9.2 生成 CXCOREL 的调试版静态库	37
2.9.3 生成 CXCOREL 的正式版静态库	39
2.9.4 生成 CV/CVAUX/HIGHGUI 的静态库	41
2.9.5 独立发布的运行程序	42

第 3 章 OpenCV 基础

3.1 OpenCV 命名规则	46
3.2 基本数据结构	47
3.3 矩阵的使用与操作	47
3.3.1 分配与释放矩阵	48
3.3.2 访问矩阵元素	49
3.3.3 矩阵和向量操作	49
3.4 GUI 命令	60
3.4.1 窗口管理	60
3.4.2 输入处理	61
3.5 图像的使用与操作	63
3.5.1 分配和释放图像	63
3.5.2 图像的读写	65
3.5.3 访问图像元素	67
3.5.4 图像转换	69
3.5.5 绘制命令	70
3.6 视频的使用与操作	76
3.6.1 从视频序列中捕捉图像帧	76
3.6.2 获取视频帧信息	78
3.6.3 保存视频文件	79
3.7 对摄像头和视频流的使用与操作	80
3.7.1 一般用法	80
3.7.2 选择摄像头	81
3.7.3 视频流的处理	82
3.7.4 获取摄像头属性	83



3.7.5 视频帧的处理 83

3.7.6 处理 AVI 文件 83

3.7.7 Linux 下使用多摄像头 84

3.7.8 Windows 下使用多摄像头 84

3.7.9 CVCAM 的属性界面 84

第 4 章 数据结构与数据操作

4.1 基础结构 86

4.1.1 CvPoint 86

4.1.2 CvPoint2D32f 86

4.1.3 CvPoint3D32f 87

4.1.4 CvSize 87

4.1.5 CvSize2D32f 87

4.1.6 CvRect 87

4.1.7 CvScalar 88

4.1.8 CvTermCriteria 88

4.1.9 CvMat 89

4.1.10 CvMatND 89

4.1.11 CvSparseMat 90

4.1.12 IplImage 90

4.1.13 CvArr 92

4.2 数组操作 92

4.2.1 初始化 92

4.2.2 获取元素和数组子集 104

4.2.3 复制和添加 111

4.2.4 变换和置换 113

4.2.5 算术、逻辑和比较运算 117

4.2.6 统计 130

4.2.7 线性代数 133

4.2.8 数学函数 147

4.2.9 随机数生成 151

4.2.10 离散变换 154

4.3 动态结构 162

4.3.1 内存存储 162

4.3.2 序列 167

4.3.3 集合 183

4.3.4 图 186

4.3.5 树 195

4.4 绘图函数 197

4.4.1 曲线与形状 198

4.4.2 文本 202

4.4.3 点集和轮廓 204

4.5 数据保存和运行时类型信息 208

4.5.1 文件存储 208

4.5.2 写数据 212

4.5.3 读取数据 217

4.5.4 运行时类型信息和通用函数 224

4.6 其他混合函数 227

4.7 错误处理和系统函数 232

4.7.1 错误处理 232

4.7.2 系统函数 239

第 5 章 模式识别与图像处理

5.1 图像处理 243

5.1.1 梯度、边缘和角点 243

5.1.2 采样、插值和几何变换 253

5.1.3 形态学操作 262

5.1.4 滤波器与彩色变换 268

5.1.5 金字塔及其应用 278

5.1.6 连接部件 279

5.1.7 图像与轮廓矩 296

5.1.8 亮度变换与直方图 298

5.1.9 特殊图像变换 315

5.1.10 匹配 326

5.2 结构分析 329

5.2.1 轮廓处理函数 329

5.2.2 计算几何 333

5.2.3 平面划分 346

5.3 运动分析与对象跟踪 357

5.3.1 背景统计量的累积 357

5.3.2 运动模板 361

5.3.3 对象跟踪 368

5.3.4 光流 375

5.3.5 预估器 378

5.4 目标检测 385

5.5 摄像机定标和三维重建 393

5.5.1 针孔摄像机模型和变形 393

5.5.2 摄像机定标 394



5.5.3 姿态估计	400	6.3.2 分析输入参数	414
5.5.4 对极几何	402	6.3.3 打开视频	415
第 6 章 运动物体跟踪			
6.1 基本结构	406	6.3.4 打印参数	415
6.1.1 团块	406	6.3.5 创建所需要的模块	415
6.1.2 团块列表	406	6.3.6 处理视频	416
6.1.3 团块跟踪参数	407	6.3.7 例程使用	416
6.2 模块描述	408	6.3.8 小 结	418
6.2.1 前景检测模块	408	6.4 添加自定义模块	418
6.2.2 新团块检测模块	408	6.4.1 新算法代码编写	418
6.2.3 团块跟踪模块	409	6.4.2 新算法加入到框架	420
6.2.4 轨迹生成模块	411	6.4.3 运行新程序	421
6.2.5 轨迹后处理模块	411	附录 A 实例检索	
6.2.6 跟踪流程模块	412	附录 B 附图检索	
6.3 运动跟踪例程	413	附录 C 结构和函数检索	
6.3.1 打印帮助	413		



第1章 概述

OpenCV 是由 Intel 公司资助的开源计算机视觉库。它由一系列 C 函数和少量 C++ 类构成,实现图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。

OpenCV 包括 300 多个 C/C++ 函数的跨平台的中、高层 API。它不依赖于其他的外部库,但是也可以使用某些外部库。

OpenCV 对非商业应用和商业应用都是免费的(细节参考发布版本的许可证)。另外,OpenCV 也为 Intel 公司的 Integrated Performance Primitives (IPP) 提供了透明接口。这意味着如果有为特定处理器(当然是 Intel 的处理器)优化的 IPP 库,OpenCV 将在运行时自动加载这些库。

更多关于 IPP 的信息请参考网页 <http://www.intel.com/software/products/ipp/index.htm>。

1. OpenCV 的特征

OpenCV 具有以下特征:

- ① 开源计算机视觉库采用 C/C++ 编写。
- ② 使用目的是开发实时应用程序。
- ③ 独立于操作系统、硬件和图形管理器。
- ④ 具有通用的图像/视频载入、保存和获取模块。
- ⑤ 具有底层和高层的应用开发包。

2. OpenCV 的功能

应用 OpenCV 能够实现以下功能:

- ① 对图像数据的操作,包括分配、释放、复制、设置和转换数据。
- ② 对图像和视频的输入输出,指文件和摄像头作为输入,图像和视频文件作为输出。
- ③ 具有对矩阵和向量的操作以及线性代数的算法程序,包括矩阵积、解方程、特征值以及奇异值等。
- ④ 可对各种动态数据结构,如列表、队列、集合、树和图等进行操作。
- ⑤ 具有基本的数字图像处理能力,如可进行滤波、边缘检测、角点检测、采样与差值、色彩转换、形态操作、直方图和图像金字塔等操作。
- ⑥ 可对各种结构进行分析,包括连接部件分析、轮廓处理、距离变换、各种距的计算、模板匹配、Hough 变换、多边形逼近、直线拟合、椭圆拟合和 Delaunay 三角划分等。
- ⑦ 对摄像头的定标,包括发现与跟踪定标模式、定标、基本矩阵估计、齐次矩阵估计和立体对应。
- ⑧ 对运动的分析,如对光流、运动分割和跟踪的分析。
- ⑨ 对目标的识别,可采用特征法和隐马尔可夫模型(HMM)法。
- ⑩ 具有基本的 GUI 功能,包括图像与视频显示、键盘和鼠标事件处理及滚动条等。



⑩ 可对图像进行标注,如对线、二次曲线和多边形进行标注,还可以书写文字(目前只支持中文)。

3. OpenCV 模块

OpenCV 包括以下几个模块,其具体功能是:

- ① CV 主要的 OpenCV 函数。
- ② CVAUX 辅助的(实验性的)OpenCV 函数。
- ③ CXCORE 数据结构与线性代数支持。
- ④ HIGHGUI 图像界面函数。
- ⑤ ML 机器学习,包括模式分类和回归分析等。
- ⑥ CVCAM 负责读取摄像头数据的模块(在以后版本中,当 HIGHGUI 模块中加入 Direct Show 支持后,此模块将被废除)。

4. 学习资源

目前,OpenCV 方面的资源已经很多,当然最简单的方法还是在网上搜索,比如在 Google 搜索引擎(<http://www.google.com>)中输入“OpenCV”即可进行相关查找。这里给出一些信息作为参考。

(1) 参考手册

- 英文 请打开文件<opencv-root>/docs/index.htm 进行查阅。
- 中文 请打开网页 <http://www.opencv.org.cn/>进行查阅。

(2) 网络资源

- 官方网站 网址是 <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>。
- 中文官方网站 网址是 <http://www.opencv.org.cn/>。
- 软件下载 网址是 <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>。

(3) 书籍

请阅读 2006 年 6 月由 Springer 出版公司出版发行、由 Gary R. Bradski, Vadim Pisarevsky 和 Jean-Yves Bouguet 共同编写的书籍 *Open Source Computer Vision Library*。

(4) 视频处理的样例程序

在<opencv-root>/samples/c/目录下可以找到如下有关视频处理的样例程序:

- 彩色跟踪 camshiftdemo。
- 点跟踪 lkdemo。
- 运动分割 motempl。
- 边缘检测 laplace。

(5) 图像处理的样例程序

在<opencv-root>/samples/c/目录下可以找到如下有关图像处理的样例程序:

- 边缘检测 edge。
- 分割 pyramid_segmentation。
- 形态学操作 morphology。
- 直方图 demhist。



- 距离变换 `distrans`。
- 椭圆拟合 `fitellipse`。

5. OpenCV 1.0 版新特性

目前,OpenCV 的最新版本是 2006 年 11 月发布的 OpenCV 1.0 版,它的一些新特性如下。

(1) 新函数与新特征

- 支持的新编译器/环境有:
 - GCC 4. x。
 - Visual Studio. net 2005。

注意

工程文件以及相应环境文件均被转换成 VS. net 2005 的格式,因此它们不能被 VS. net 2003 打开。作为工作区,可以先将工程文件和工作区转换为 Visual Studio 6.0,再转换到 VS. net 2003 中。工程可以在 Win32 以及 x64(EM64T/AMD64)平台上编译。默认情况下支持 OpenMP。

- 在 MacOSX 上,通用 OpenCV 二进制代码可以在默认情况下编译,因此支持 PPC 和 Intel 下的 MAC'S 系统。
- 取消了对 Borland C++ 的支持,但是仍然有一个脚本文件 `utils\gen_make.py`,可以生成文件 `makefile.bcc` 来调用 Borland C++ 进行编译(没有在 RC1 上测试)。
- 引入新的命令行 `makefiles _make\makefile.*`,允许用户在 Win64 (EM64T/AMD64 和 Itanium)平台上编译 OpenCV。具体细节参考文件 `INSTALL`。
- 对模块 CXCORE 进行了如下补充:
 - 增加了一些新的函数,包括 `cvMixChannels`, `cvRandShuffle`, `cvRange`, `cvCalcPCA`, `cvProjectPCA`, `cBackProjectPCA`, `cvNormalize`, `cvReduce`, `cvGetNumThreads`, `cvSetNumThreads` 和 `cvGetThreadNum`。更多细节请参考文件 `<opencv_root>/docs/ref/opencvref_cxcore.htm`。
 - 扩展了函数 `cvCalcCovarMatrix` 和 `cvMulTransposed`。
 - 为库增加宏,详见文件 `cxcore/include/cvver.h`。
 - 为 `CvImage` 和 `CvMatrix` 增加 C++ 类,详见文件 `cxcore/include/cxcore.hpp` 以及样例文件 `samples/c/image.cpp`。
 - 矩阵的最大通道数增加到 64 个,只有一些特殊函数处理这样的图像。
- 对模块 CV 进行了如下补充:
 - 增加了一些新函数,包括 `cvPyrMeanShiftFiltering`, `cvWatershed`, `cvGetAffineTransform`。更多细节请参考文件 `docs/ref/opencvref_cv.htm`。
 - 对函数进行了扩展,包括 `cvDistTransform`, `cvThresh` 和 `cvCanny`。
 - 所有的滤波函数都重新编写,为线性可分及不可分滤波增加了新的 C++ 类,并增加了 `morphology`, `laplace`, `box` 滤波器,具体参见文件 `cv/include/cv.hpp`。
 - 函数 `cvCamShift` 和 `cvBoxPoints` 以及所有其他与角度有关的函数,现在都使用角度而不是弧度返回。



- 在模块 CVAUX 中增加了新的大型视频监控模块,具体参见目录 `cvaux/src/vs` 中的文件和文件 `cvaux/include/cvvidsurv.h`。该模块完善了智能目标跟踪功能,详细参见目录 `docs/vidsurv` 中文件的描述。
- 增加了模块 ML(机器学习)。这是一个全新的为统计分类、回归以及聚类而编写的 C++ 类库。详细参见文件 `docs/ref/opencvref_ml.htm`。
- 对模块 HIGHGUI 进行了如下改进:
 - 所有的视频捕捉代码在结构上都重新构造并且按模块划分,采用了更好的函数名(原有的函数名通过宏仍然得到支持)。
 - 增加了对 QuickTime (MacOSX)和 Xine (Linux,注意查看相关许可!)的支持。
- 在捆绑与界面上进行了如下改进:
 - 现在支持 IPP5.1.* ,这是一个推荐与 OpenCV 一起使用的版本。用户可以建立单独的 IPP DLL 作为二进制版本进行分发。详细参见目录 `interfaces/ipp`。
 - 大大提高并扩展了与 Python 的绑定。详细参见目录 `interfaces/swig/python` 以及目录 `samples/python` 中的内容。

(2) 优化

- 应用新的 IPP5.1 功能后,下列滤波函数都被大大优化: `cvSobel`, `cvLaplace`, `cvErode` 和 `cvDilate`。
- 对于大的内核函数 `cvFilter2D` 运行得更快(使用基于 DFT 的算法时)。
- 下面一些函数可以使用 OpenMP 进行并行处理: `cvHaarDetectObjects`, `cvCalcOpticalFlowPyrLK` 和 `cvDistTransform`(只对新算法适用)。因此,当代码使用 Intel 编译器或者 MS-VC 2005 编译时,它们的运行速度在双核 CPU 上要快 50%~80%。

6. 如何开始

OpenCV 是一个开源的项目,它的成长与完善均依赖于广大而热情的参与者,因此,了解 OpenCV 的最有效方法无疑是通过互联网进行自我学习和认识。当拿到一个 OpenCV 版本时,要做的事情,简而言之是:

① 参考本书以及 OpenCV 安装包中提供的实例。大量的样例程序是了解 OpenCV 最直接的方法,OpenCV 本身所提供的实例均置于 `<opencv_root>\samples\` 目录下, `<opencv_root>` 是安装 OpenCV 后的系统目录。

② 在 Visual Studio 中加载 OpenCV 工作区,分以下几种情况:

- 在 Microsoft Visual Studio 6.0 中使用 `opencv.dsw`。
- 在 Microsoft Visual Studio .net 2003 中使用 `opencv.sln`。
- 在 Borland C++ BuilderX 中使用 `cbuilderx/opencv.bpr`。

选择 `cvsample` 项目,编译并运行。阅读代码并按照自己的想法进行修改。

③ 在 <http://groups.yahoo.com/group/OpenCV> 网页的 OpenCV archives 中搜索自己感兴趣的专题。

④ 创建新的项目,或者修改现有的 `cvsample` 项目。有专门为 Microsoft Visual Studio 设计的 application wizard,用来创建 OpenCV 项目,它可从网页 <http://groups.yahoo.com/group/OpenCV> 中的 Files section(必须先注册为 OpenCV@yahoogroups.com 用户)中查



找到。

⑤ 参加 OpenCV 的邮件组,具体方法是发送邮件到 `OpenCV - subscribe@yahoogroups.com`,成为会员并登录后,即可在网页 `http://groups.yahoo.com/group/OpenCV` 中阅读内容。另外,也可以访问国内的一些 OpenCV 站点,如:OpenCV 中文站点 `http://www.opencv.org.cn` 以及 阿须数码的中文 OpenCV 论坛 `http://www.assuredigit.com/forum`,在那里可以找到很多有用资料。



第 2 章 OpenCV 入门

每个人如何开始自己的 OpenCV 之旅呢? 当然,首先是从获得 OpenCV 开始,然后经历安装、编译、建立自己的项目到运行自己的程序,直至得到期望的结果为止。对于有经验的读者,可以跳过本章,直接阅读自己所需要的章节。

2.1 下载 OpenCV

OpenCV 的发布版本是免费的,可以从互联网下载得到。在互联网上进行搜索,还能得到很多其他 OpenCV 的下载资源。当然访问下面常用的官方网址是最直接的方法:

- 软件下载 <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>。
- 中文官方网站 <http://www.opencv.org.cn/>。

对于使用 Windows 的朋友,直接下载可安装的 OpenCV 文件即可,里面已经包含全套源代码和编译好的链接库、用户手册及一些样例程序。对于 Linux 用户,则需要进行编译。后面再详细论述。

2.2 VC6.0 下安装与配置

本节将介绍 OpenCV 的安装过程,以及在 VC6.0 下面的配置过程。

2.2.1 安装 OpenCV

双击 OpenCV 安装文件,出现如图 2-1 所示的安装界面,注意到界面是全英文的。

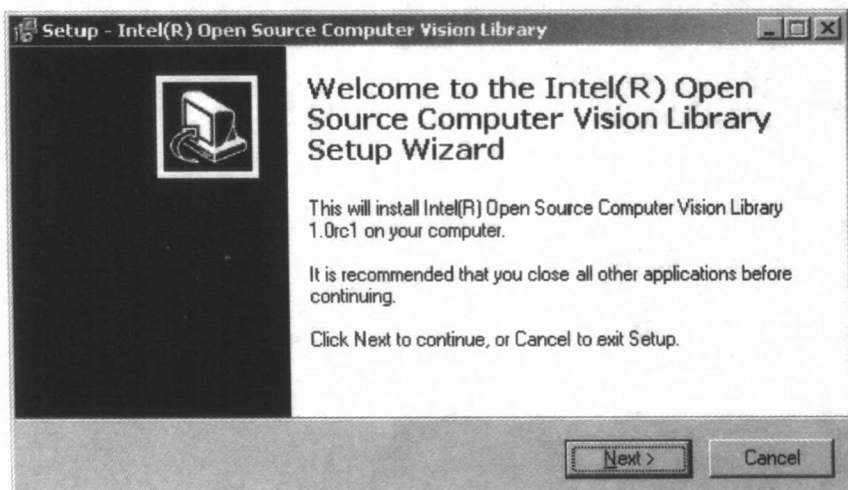


图 2-1 VC6.0 下的安装——安装界面



单击 Next 按钮后,安装程序让用户选择 OpenCV 根目录所在硬盘的位置,如图 2-2 中所示的 C:\Program Files\OpenCV 路径,以后本书就用<opencv_root>来表示这个路径。用户可以选择安装到其他路径下,但推荐将 OpenCV 安装在 C 盘的 OpenCV 目录下。

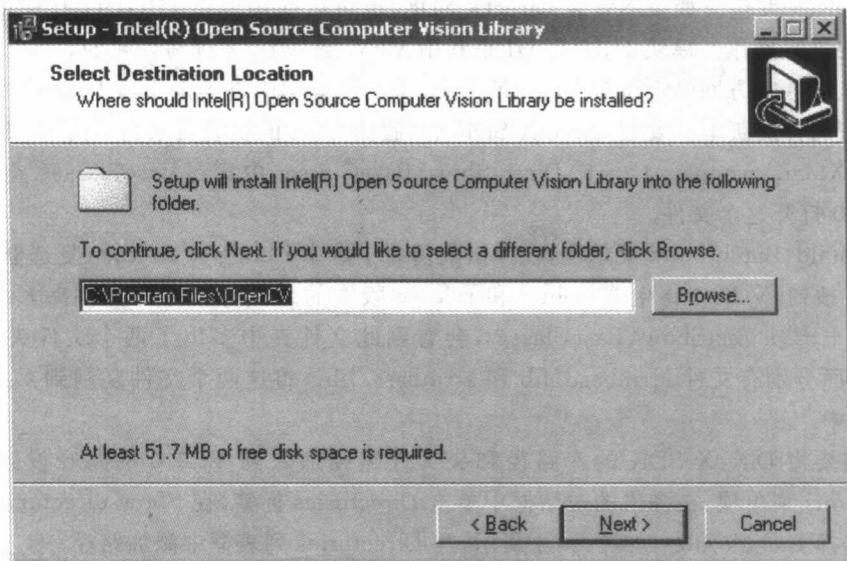


图 2-2 VC6.0 下的安装——路径设置

安装时选中 Add<...>\OpenCV\bin to the system PATH(将<...>\OpenCV\bin 加入系统变量),如图 2-3 所示。这样做的目的是在运行程序时,使程序能够找到所需的 OpenCV 的动态链接库文件,因为所有的动态链接库都置于<opencv_root>\bin 目录下。

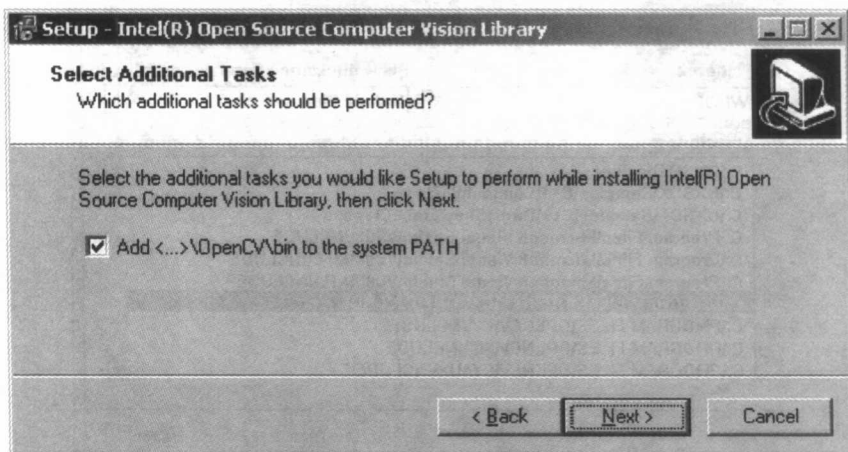


图 2-3 VC6.0 下的安装——环境变量设置

也可以自己手动添加这个变量。添加方法如下。右击桌面上的“我的电脑”,选择“属性”选项,在弹出的窗口中单击“高级”标签,在“环境变量”列表中对 Path 变量进行编辑,将路径 C:\Program Files\OpenCV\bin 添加到 Path 变量的尾部。