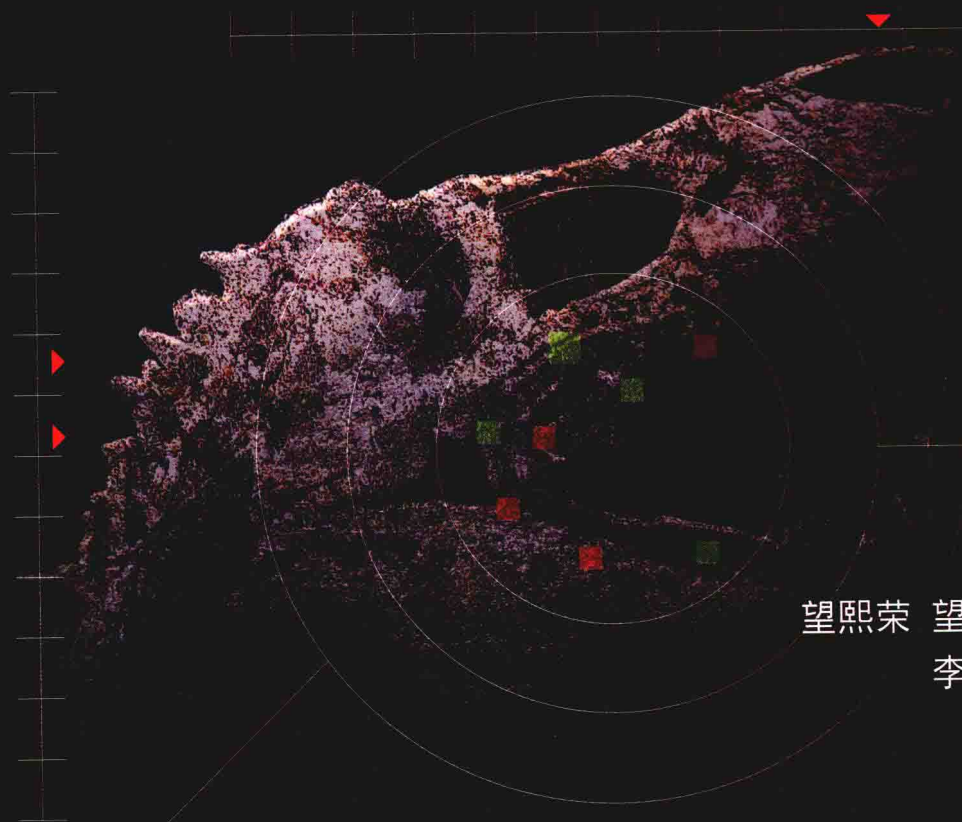


OpenCV 和 Visual Studio

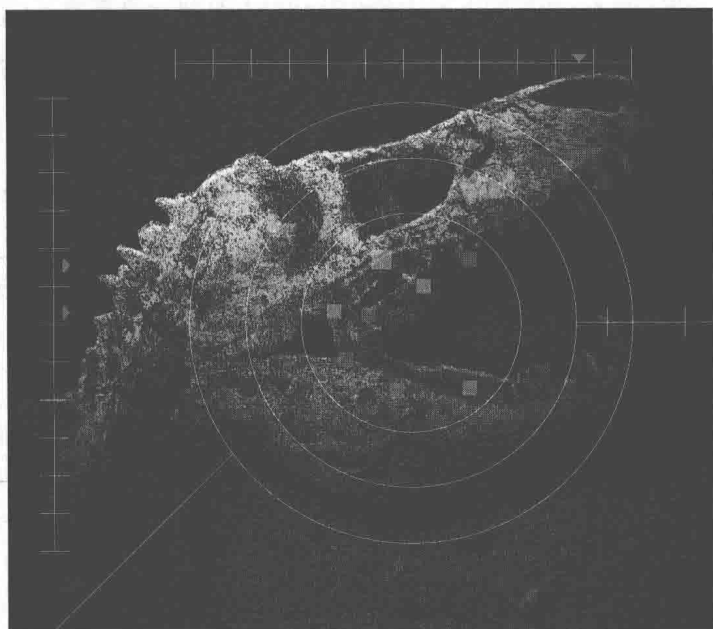
图像识别应用开发



望熙荣 望熙贵 著
李强 改编

OpenCV 和 Visual Studio

图像识别应用开发



望熙荣 望熙贵 著
李强 改编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

OpenCV和Visual Studio图像识别应用开发 / 望熙荣,
望熙贵著. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.10
ISBN 978-7-115-46505-4

I. ①0… II. ①望… ②望… III. ①图象处理软件—
程序设计②程序语言—程序设计 IV. ①TP391.413
②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第203478号

版权声明

原著书名: OpenCV with Microsoft Visual Studio 影像辨识处理

本书中文繁体版本版权由台湾博硕文化股份有限公司(DrMaster Press Co.,Ltd)获作者望熙荣、望熙贵著
授权拥有独家出版发行, 中文简体版本版权由博硕文化股份有限公司(DrMaster Press Co.,Ltd)获作者同
意授权人民邮电出版社独家出版发行。

版权所有, 侵权必究。

-
- ◆ 著 望熙荣 望熙贵
 - 改 编 李 强
 - 责任编辑 陈冀康
 - 责任印制 焦志伟
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
 - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 18.75
 - 字数: 399 千字 2017 年 10 月第 1 版
 - 印数: 1—2 400 册 2017 年 10 月北京第 1 次印刷

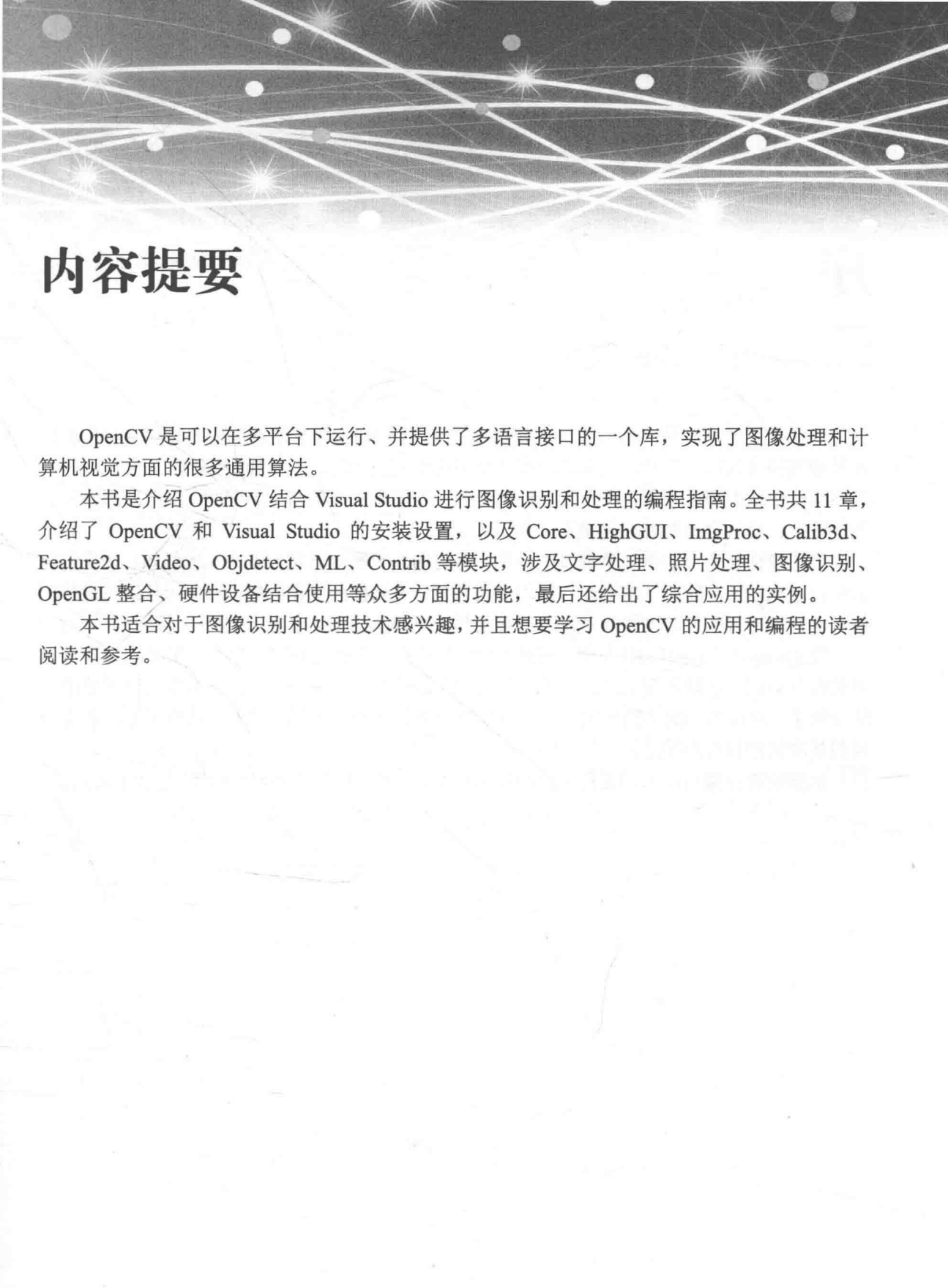
著作权合同登记号 图字: 01-2016-6528 号

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

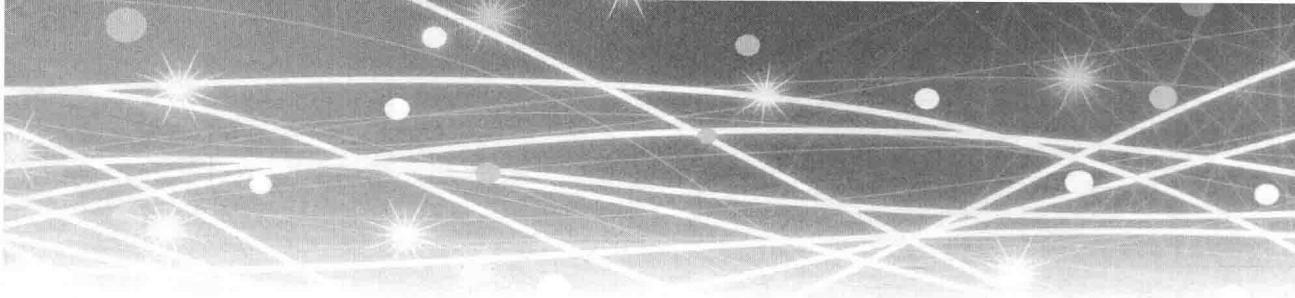


内容提要

OpenCV 是可以在多平台下运行、并提供了多语言接口的一个库，实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。

本书是介绍 OpenCV 结合 Visual Studio 进行图像识别和处理的编程指南。全书共 11 章，介绍了 OpenCV 和 Visual Studio 的安装设置，以及 Core、HighGUI、ImgProc、Calib3d、Feature2d、Video、Objdetect、ML、Contrib 等模块，涉及文字处理、照片处理、图像识别、OpenGL 整合、硬件设备结合使用等众多方面的功能，最后还给出了综合应用的实例。

本书适合对于图像识别和处理技术感兴趣，并且想要学习 OpenCV 的应用和编程的读者阅读和参考。



序

影像处理早期是从扫描的文件中识别出文字（OCR），后来才发展为手写识别、自拍修图等静态图像处理。机器人技术的应用从早期的组装自动化，到中期的生产质量监控，再到近期逐渐走进人群的应用，整个发展过程中都涉及图像处理的技术。因此，图像处理不仅会更加流行，而且会更加普及和接近大众。

程序设计在企业中有非常普及的应用，而图像处理则一直是专业人士的领域。如果将两者结合起来，一定能够产生更加广泛的应用领域，大大提高工作效率。然而，直到图像处理的开源软件的兴起，才使得这种结合的可能性越来越大。

像 OpenCV 这样开源的软件，虽然使用 C 或 C++ 来进行开发，但还是要求用户具备基本的编程知识，才能快速上手。对于一般的程序设计人员来说，这已经将图像处理领域的门槛降低了。通过本书的入门级的介绍，以及充分的程序应用实例，读者能够逐渐掌握图像处理的基本编程和应用技能。

虽然笔者在编写图书的过程中已经尽力校对，但失误在所难免，恳请广大读者不吝赐教。

作者

目 录

第 1 章 系统安装与项目准备..... 1

- 1.1 认识 OpenCV 2
- 1.2 系统安装 3
 - 1.2.1 安装 OpenCV 3
 - 1.2.2 安装 Visual Studio 2013 6
- 1.3 开始新项目 7
 - 项目属性的设置 9

第 2 章 Core 模块..... 16

- 2.1 显示图文件 17
- 2.2 图文件转换 30
- 2.3 图文件混合 32
- 2.4 改变对比与明亮度 39
- 2.5 基本绘图 41
- 2.6 文字处理 49
- 2.7 离散的傅立叶变换 57
- 2.8 使用 XML 与 YAML 进行文件的输出输入 61
- 2.9 与 OpenCV 1 互通 70

第 3 章 HighGUI 模块..... 74

- 3.1 滑块功能 75
- 3.2 读取视频文件进行相似性比较 77
- 3.3 产生视频文件 82

第 4 章 ImgProc 模块..... 85

- 4.1 图像的平滑化 86
- 4.2 腐蚀与膨胀 90
- 4.3 更多形态处理 93

- 4.4 图像金字塔 96
- 4.5 基本阈值法 99
- 4.6 建立自己的线性滤波器 104
- 4.7 将图像加上边框 107
- 4.8 Sobel 算子 108
- 4.9 拉普拉斯运算 112
- 4.10 Canny 图像边缘检测 113
- 4.11 霍夫线变换 116
- 4.12 霍夫圆变换 121
- 4.13 重映射 124
- 4.14 仿射变换 127
- 4.15 直方图分布平等化 129
- 4.16 直方图分布计算 131
- 4.17 直方图分布比较 134
- 4.18 反向投影 136
- 4.19 模板匹配 149
- 4.20 寻找图的轮廓 153
- 4.21 凸包 159
- 4.22 为轮廓建立许多矩形与圆形 162
- 4.23 为轮廓建立旋转的矩形与椭圆形 164
- 4.24 图像矩 166
- 4.25 点多边形测试 169
- 4.26 线性变换 171

第 5 章 Calib3d 模块..... 173

- 5.1 使用棋盘进行相机校准 174
- 5.2 视差 193

第 6 章 Feature2d 模块..... 195

6.1 特征描述	196	第 8 章 Objdetect 模块	231
6.2 哈瑞斯角点检测	198	级联式类分类	232
6.3 使用 FLANN 进行特征 匹配	200	第 9 章 ML 模块	236
6.4 使用 Features2D 和 Homography 识别对象	202	9.1 支持向量机的介绍	239
6.5 Shi-Tomasi 角点检测	204	9.2 非线性可分开数据的支持 向量机	242
6.6 建立自定义的角点检测	206	第 10 章 Contrib 模块	245
6.7 在次像素检测角位置	209	探索视网膜效果并用来进 行图像处理	246
6.8 特征检测	211	第 11 章 实际应用	251
第 7 章 Video 模块	213	11.1 图像藏密	252
7.1 图像拍摄	214	11.2 图像采集	255
7.2 生成视频文件	215	11.3 QR Code 检测	268
7.3 指定帧	218	11.4 与 OpenGL 整合	275
7.4 移动感知	219	附录	281
7.5 计算移动时间	221		
7.6 即时对象追踪	225		
7.7 播放暂停	229		

第 **1** 章

系统安装与项目准备

图像处理已经流行很多年了。一般大家最早接触的就是 OCR，即由图文件转换成文本文件。但是现在比较热门的图像处理，已经从静态的图像处理转为动态的图像识别，例如，这些技术在机器人或自动驾驶技术等领域的应用都已经较为成熟且很流行。计算机程序设计现在已经十分普遍，但是图像处理却还是较为专业的领域，主要原因是相关知识还不够普及。本书的目的就是希望介绍免费的开源软件，通过清晰的讲解和充分的示例说明，让图像处理技术能够普及，使得其应用更加多元化。

当前，图像识别和处理已经在自动驾驶领域得到了应用，在相关的应用中，汽车不但以图像处理识别赛道，并且加上了 GPS 定位判定，这样即可判断油门加速或减速，最后还能够精准地停回赛道的起跑线。你是否会对这些应用感到惊讶？是不是已经迫不及待要快速掌握图像处理技术呢？

1.1 认识 OpenCV

OpenCV 的全名是 Open Source Computer Vision Library，是 Intel 内部的研究计划，其目的是为了推广 Intel 高端 CPU 的应用。OpenCV 的最初版本是 2000 年在 IEEE 计算机图像与图案识别大会（Computer Vision and Pattern Recognition）中发布的，目前则由非营利的基金组织（OpenCV.org）在负责维护。

OpenCV 的初版主要是以 C 语言作为开发主体，即 OpenCV 1.0。当时这一版本一推出，就造成轰动且极受欢迎，但是最大的问题是，在设计图像处理程序时，程序员必须自行考虑对象的内存管理。如果程序很小，还不会造成问题，但当程序越来越复杂，功能越来越多，再进行对象内存管理就可能会造成麻烦，使得程序的质量变成了大问题，而处理问题所花费的时间比设计程序花的时间还要多。

因此诞生了 OpenCV 2.0 版本。它主要是以 C++ 开发设计，因为 C++ 具有类（class），这使得对象的内存管理方便许多。现在，网络上下载的版本代号 2.x.x 就是 OpenCV 2.0 版本。第一个 x 代表小改版，一般是功能的增强或是添加新功能；第二个 x 代表功能的改善或错误的排除。

OpenCV 包含了许多关于计算机图像转换、图像处理以及其它的数学运算处理的功能，它是由许多模块组合而成的，这些模块主要都与图像处理相关。本书将分各章节介绍这些模块。各模块功能如表 1-1 所示。

表 1-1

模 块 组	模 块 功 能
Core	数据类型、数据结构、内存管理
Highgui	读写图形文件、屏幕输入/输出处理、简单的 UI 功能

续表

模 块 组	模 块 功 能
Imgproc	图形滤波 (filtering)、几何图形转换、形状分析
Calib3d	照相机校准 (Camera calibration)、多视角 3D 重建
Feature2d	特征提取、描述与对比
Video	视频对象追踪与移动分析
Objdetect	使用级联式 (cascade) 与方向梯度直方图 (histogram-of-gradient) 分类器进行对象识别
ML	用于视频处理的统计模式与归类算法
Flann	全名是 Fast Library for Approximate Nearest Neighbors, 用于高纬度数据的快速搜索
GPU	以选择的并行算法在 GPU 快速执行
Stitching	视频结合处理 (stitching) 的方法: 弯曲、混合、集束调整 (bundle adjustment)
Nonfree	有专利权的算法

NonFree 表示是要付费的, 不过到 OpenCV 3.0 这部分模块已经删除。

笔者开始编写本书的时候, OpenCV 3.0 Beta 已在网络上提供下载测试, 初步还看不太出来与 2.0 的差异, 虽然模块减少了 6 个 (contrib、dynamicuda、legacy、nonfree、gpu、ocl), 但是增加了 14 个模块 (cuda、cudarithm、cudabgsegm、cudacodec、cudafeatures2d、cudafilters、cudaimgproc、cudalegacy、cudaoptflow、cudastereo、cudawarping、cudev、imgcodecs、shape)。由这些模块的改变看来, 3.0 版本应该是架构上有了更改, 所以版本才从 2 变成了 3。

如果读者喜欢使用 OpenCV 3.0, 可以安装 Ceemle OpenCV, 这是最新搭配 Visual Studio 2013 的开发环境, 可以节省 OpenCV 安装与项目的设置, 详情请参考本书附录。至于新增的 CUDA 相关模块概念, 读者可参考 Wrox 出版的《Professional CUDA C Programming》一书, 并行处理将是 3.0 的重点, 取代了 2.0 的 GPU 模块。

OpenCV 的教程文档 (tutorials) 说明了如何在 Linux、Mac、iOS 或 Android 上安装, 以及如何用 Java、Eclipse、Python 或 Clojure 开发, 感兴趣的读者请自行参考。笔者认为 C++ 与 Windows 还是最普遍的, 可以在自己最熟悉的环境学会 OpenCV, 然后再转换平台或语言就方便、快速了。

1.2 系统安装

1.2.1 安装 OpenCV

读者可以到 OpenCV 的官方网站 <http://opencv.org/> 下载。本书使用的版本是 2.4.10, 在

<http://opencv.org/downloads.html> 下载页面内请单击 OpenCV for Windows, 如图 1-1 所示。



图 1-1

下载执行后请输入自解压路径, 如图 1-2 所示。

如果要考虑有足够的硬盘空间, 也可以改为其它硬盘, 接下来的设置则须对应相同的硬盘。安装完成的文档结构如图 1-3 所示。

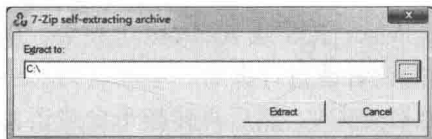


图 1-2



图 1-3

安装设置

我们将介绍微软的 C++ 开发工具 Visual Studio 2013, 所以这里的说明是以 Windows 7 为主。请单击 Windows 画面左下角的“开始”, 再在“计算机”上单击鼠标右键, 然后选取“属性”, 如图 1-4 所示。

出现如图 1-5 所示的界面后, 单击“高级系统设置”。

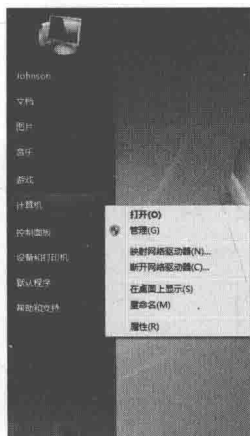


图 1-4



图 1-5

画面出现之后再单击“环境变量”按钮，如图 1-6 所示。

环境变量的设置，如图 1-7 所示。

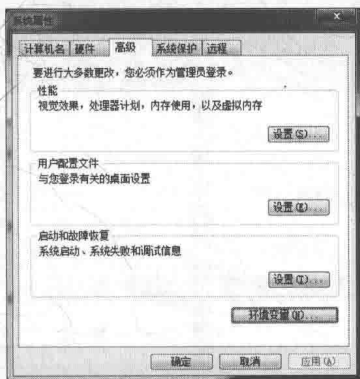


图 1-6

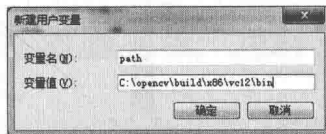


图 1-7

环境变量设置完成的结果如图 1-8 所示。

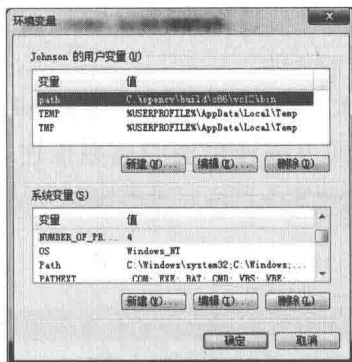


图 1-8

1.2.2 安装 Visual Studio 2013

Visual Studio Community 2013 是微软首次提供的免费软件，同时此软件提供许多工具供开发各种需求的软件，也支持多语言的开发。本书是以 C++ 为主，OpenCV 也可以使用 Python 开发。如果读者想使用 Python 开发 OpenCV，可下载 Python Tools for Visual Studio，网址为 <https://pytools.codeplex.com/>。

下载

读者可到下列网址下载 Visual Studio 2013: <https://www.visualstudio.com/downloads/download-visual-studio-vs>，如图 1-9 所示。

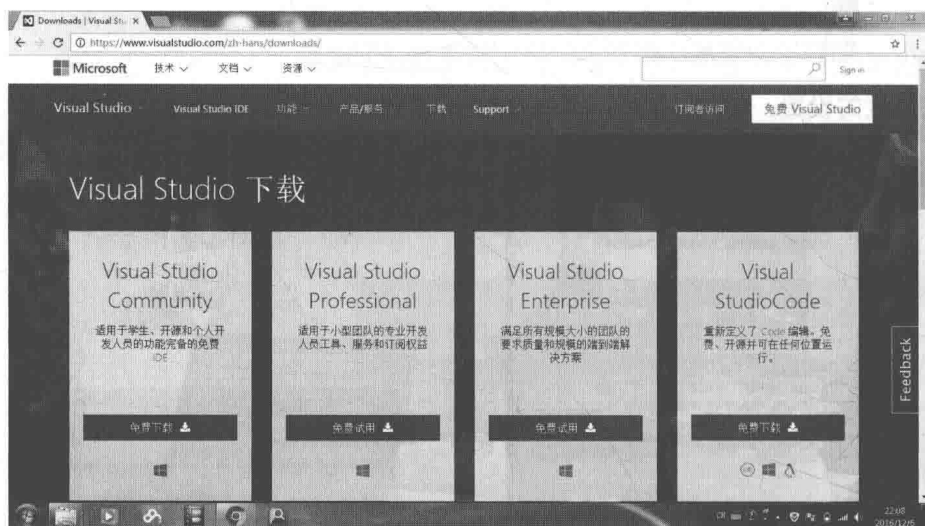


图 1-9

单击左下角的 DVD9 ISO 图像即可开始下载。如果没有，可以解压缩 ISO 档的软件，可单击上方项目的“立即安装”直接在线进行安装。Visual Studio 2013 安装完成之后，如果要安装中文版本，可单击右侧的语言套件。

笔者建议安装和使用英文版本，如果在开发过程碰到问题时，可以很方便地在国际社区网站上询问，这样就可以知道画面或编译出现的问题描述。提问的网站有 [http:// answers.opencv.org/questions/](http://answers.opencv.org/questions/)与 <http://stackoverflow.com/>，笔者比较偏好登录 <http://stackoverflow.com/>。

安装

解压缩完成之后，在解压缩的目录内直接单击“vs_community”即可，如图 1-10 所示。安装完成后，单击“LAUNCH”开始使用，如图 1-11 所示。



图 1-10



图 1-11

这个版本功能强大，但是要求必须注册微软账号，让微软了解软件用户的信息。

1.3 开始新项目

当 Visual Studio 2013 窗口出现之后，单击左侧的“New Project”，如图 1-12 所示。

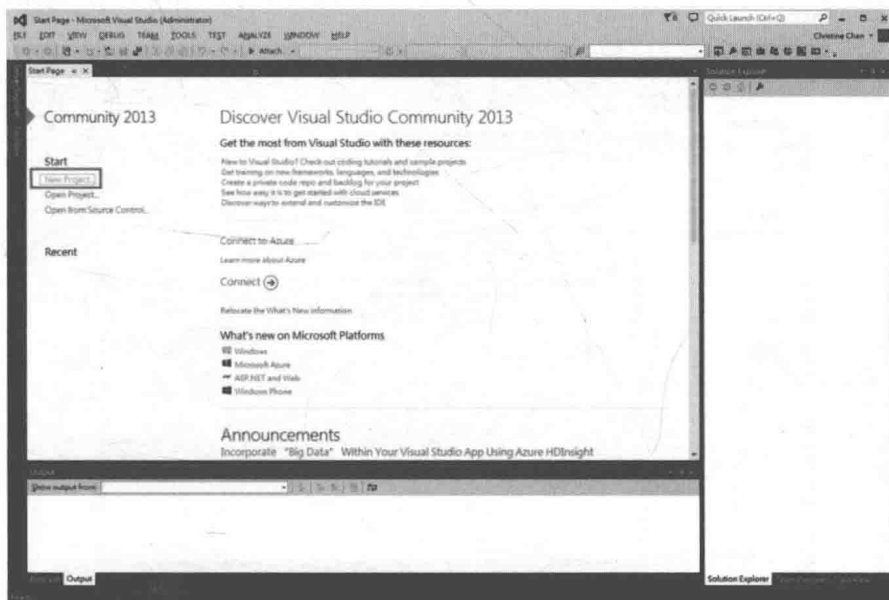


图 1-12

然后先单击左侧的“Visual C++”，再单击右侧的“Win32 Console Application”，而项目名称在本范例中是“Display_Image”，如图 1-13 所示。

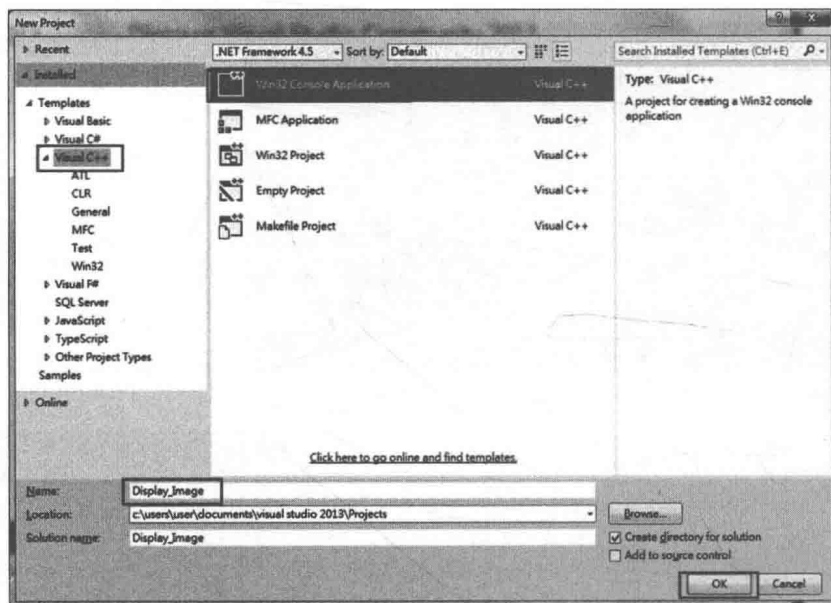


图 1-13

再单击“Next”按钮。因为还有设置要进行，所以不要直接单击“Finish”按钮，如图 1-14 所示。

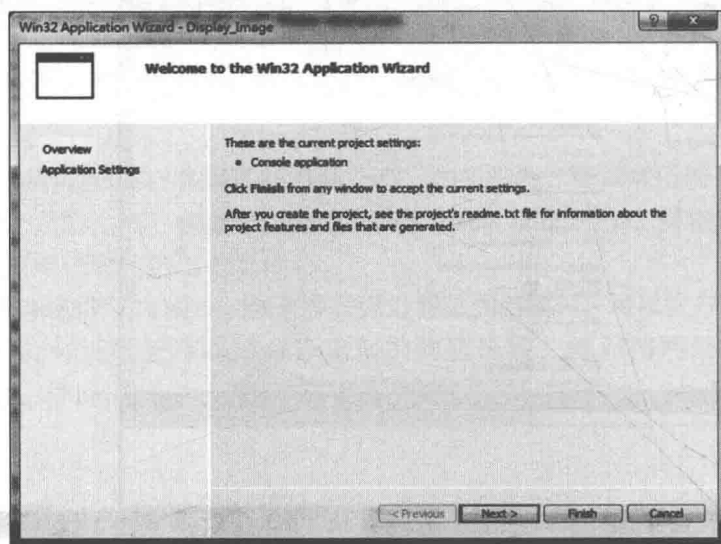


图 1-14

这里要先将已勾选的选项进行清除（清除方式是单击复选框取消勾选），再单击“Empty Project”，此时单击“Finish”按钮，如图 1-15 所示。

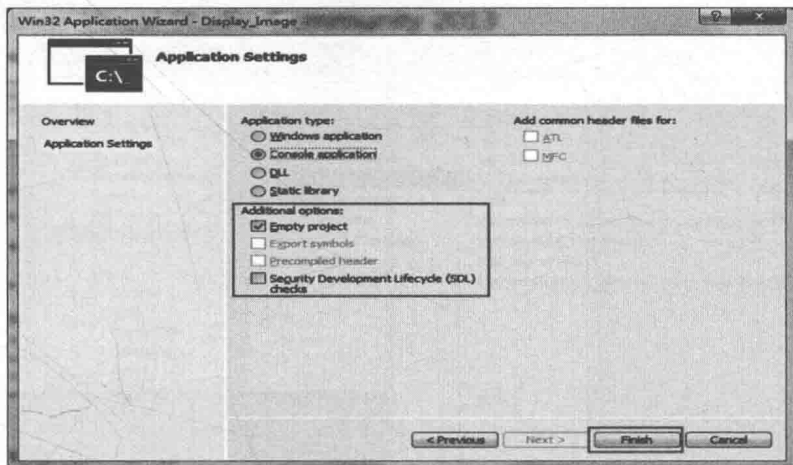


图 1-15

项目属性的设置

项目建立后就要设置项目属性。单击右侧属性窗口内的项目名称，再单击菜单“PROJECT”，然后单击“Properties”，如图 1-16 所示。

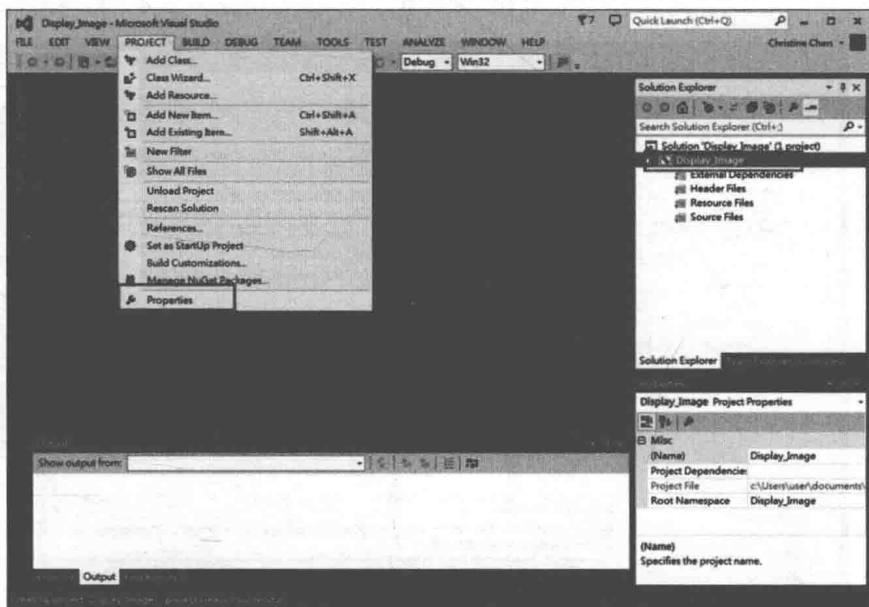


图 1-16

单击“Configuration Properties”左侧的三角形，如图 1-17 所示。

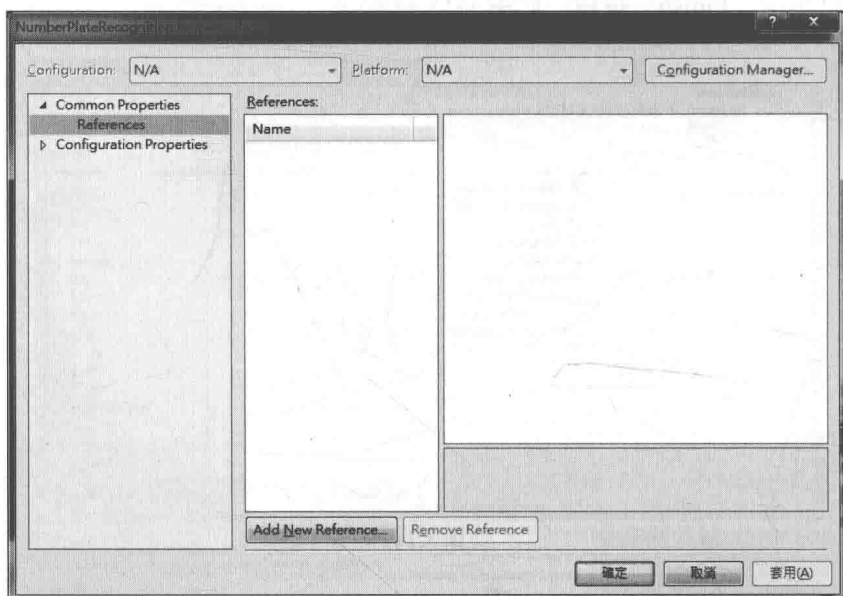


图 1-17

设置“VC++ Directories”

这个部分分为 Include 与 Library，如图 1-18 所示。

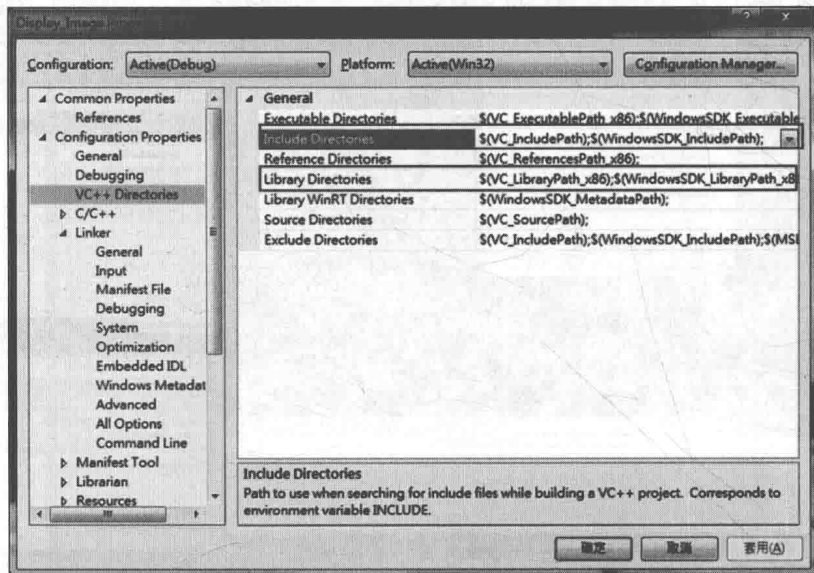


图 1-18