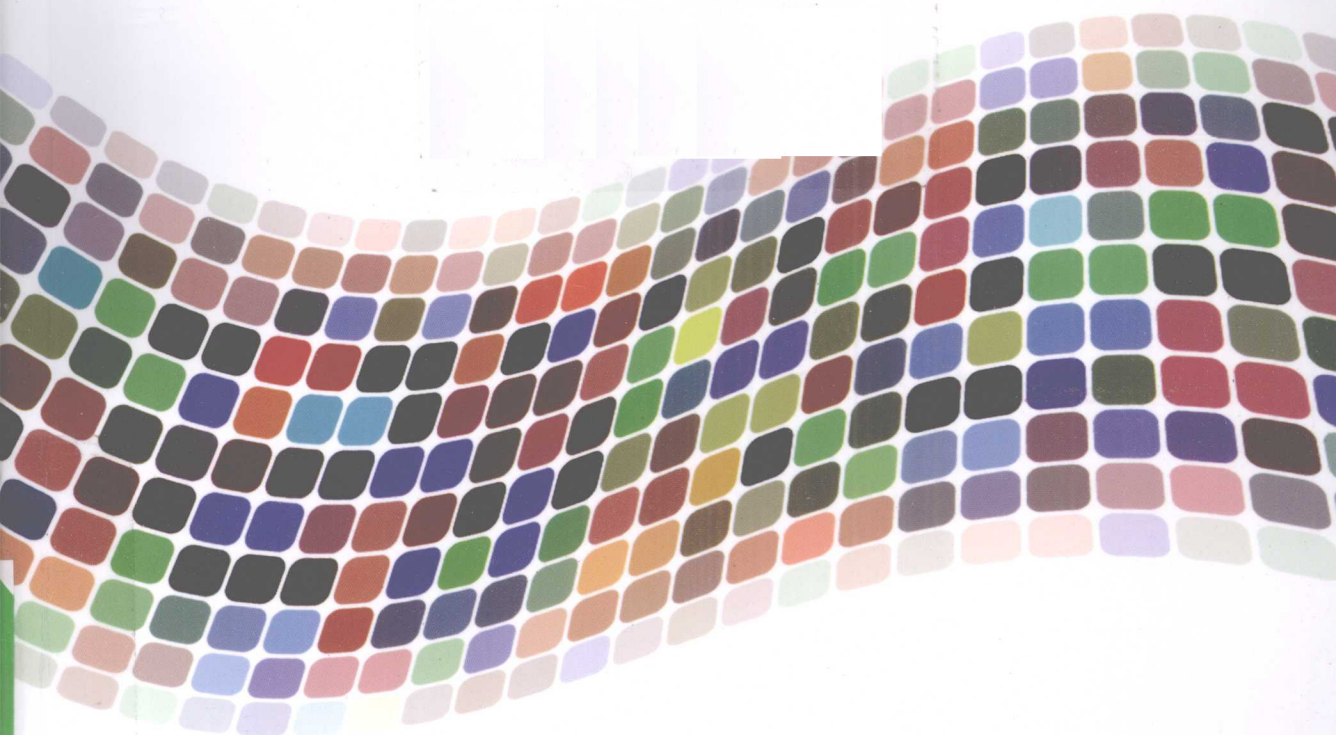


Visual C++

数字图像处理技术详解

Digital Image Processing Using Visual C++

刘海波 沈 晶 郭 耸◎等编著



CD-ROM



机械工业出版社
China Machine Press

Visual C++

数字图像处理技术详解

Digital Image Processing Using Visual C++

刘海波 沈 晶 郭 耸◎等编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书以数字图像处理技术为主线,全面地介绍在Visual C++环境下进行数字图像处理程序设计的方法。内容涵盖了数字图像的变换、增强、复原、重建、形态学处理、分割、匹配、压缩编码、特效处理等,各种方法均给出基本原理、典型算法、Visual C++源码及综合应用案例。同时,本书还介绍了Visual C++与VTK、OpenCV和MATLAB等开发平台相结合进行数字图像处理的程序设计技术。

本书内容全面,讲解深入浅出,层次分明,注重知识的系统性、针对性和先进性,注重理论结合实践,培养工程应用能力。另外,本书配套光盘中有综合实例的完整源程序,便于学习和在实际开发中使用。

本书适合作为数字图像处理与分析、计算机视觉和多媒体信息处理等相关领域的研究人员、工程技术人员、教师和技术参考手册,也适合作为数字图像处理程序设计初学者的教材。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

Visual C++数字图像处理技术详解 / 刘海波等编著. —北京:机械工业出版社, 2010.6

ISBN 978-7-111-30420-3

I. V… II. 刘… III. C语言—数字图像处理—程序设计 IV. ① TP391.41 ② TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第068848号

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:张少波

北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷

2010年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·35印张

标准书号:ISBN 978-7-111-30420-3

ISBN 978-7-89451-498-1(光盘)

定价:69.00元(附光盘)

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:hzjsj@hzbook.com

数字图像处理研究利用计算机进行图像信息处理的基本理论和方法，已在航空航天、生物医学工程、工业检测、机器人视觉、公安司法、导航制导、安保监控、文化艺术等诸多领域得到非常广泛的应用。

数字图像处理技术的研究和应用离不开程序设计，Visual C++则是最强大、最常用的数字图像处理程序开发工具之一。本书全面地介绍了在Visual C++环境下进行数字图像处理的程序设计方法，内容涵盖了数字图像处理的理论基础和常用数字图像处理方法的Visual C++实现技术，各种方法均给出基本原理、典型算法及其完整的Visual C++源码。每种算法的源代码均以函数形式给出，读者在理解了相关代码的功能后可以直接用这些代码组合成各种功能更强大的数字图像处理应用程序。

本书特点

本书主要有以下特点。

1. 技术全面，内容充实

本书全面涵盖了从图像的变换、增强、复原、重建、分割、匹配、形态学处理到压缩编码和特效处理等常用的数字图像处理技术和典型算法，同时还介绍了Visual C++与VTK、OpenCV和MATLAB相结合开发数字图像处理系统的技术。通过阅读本书读者可以全面掌握Visual C++数字图像处理的核心技术和周边相关技术。

2. 循序渐进，深入浅出

为了方便初学者学习，本书从数字图像处理的基本概念讲起，逐步引入数字图像处理的专门理论和核心技术，再过渡到高级综合应用。对每项处理技术的讲解也是从基本原理开始，再给出算法描述，然后结合应用实例讲解开发过程。读者不需要具备数字图像处理知识就能循序渐进地掌握本书的内容，也可以根据自己的知识基础选择阅读本书时的切入点和对内容进行取舍。

3. 理论凝练，算法清晰

本书在清楚讲述问题的情况下，对繁杂的数字图像处理理论做了大量的简化和凝练工作，这体现在最基本的原理、最核心的计算公式和清晰简明的算法描述。读者不必再花大量的精力从理论堆里去发掘算法步骤，可以直接从给出的算法步骤开始编程实践。

4. 代码完整，讲解详尽

在介绍完基本原理和算法步骤之后，本书对每个算法、每章的实例和最后的车牌识别系统综合应用案例都给出了完整的源代码，对开发步骤做了详尽的讲解，并对关键的代码部分进行了详细的注释说明，每段代码都给出了运行结果。读者可以参照基本原理、算法描述和运行结果去阅读源程序，以便加深理解。

5. 结合应用，注重实践

书中提供了大量的综合应用实例，结合实例详细透析了数字图像处理系统的开发过程，每章都从工程实践的角度总结了作者多年来在数字图像处理领域的开发经验、常见的问题及其解决方法。

主要内容

本书分为4篇，共15章。各章的主要内容如下。

第一篇 数字图像处理编程基础

第1章：主要介绍数字图像处理的基本知识，包括颜色模式、调色板、常用数字图像文件格式以及使用Visual C++对数字图像进行处理的基础方法。如果读者没有接触过数字图像处理技术，本章可以引导读者进入数字图像处理领域。

第二篇 数字图像处理核心技术

第2章：介绍了图像几何变换的方法，包括图像的平移、旋转、镜像、转置、缩放以及插值算法等。通过阅读本章读者可以学习到图像编辑中最为常用的图像变换技术。

第3章：介绍了图像正交变换的方法，包括离散傅里叶变换、离散余弦变换、离散沃尔什变换、K-L变换、SVD变换和小波变换等。通过阅读本章读者可以学习到图像分析中常用的特征提取技术。

第4章：介绍了图像增强方法，包括灰度变换增强、直方图增强、图像平滑和锐化、频域增强和彩色增强等，通过阅读本章读者可以学习到改进图像视觉效果或突出图像某个区域的图像处理技术。

第5章：介绍了图像复原方法，包括线性复原、非线性复原、盲目复原与几何复原等。通过阅读本章读者可以学习到数码相机及图像处理软件中常用的将模糊或几何畸变的图像进行还原的技术。

第6章：介绍了图像重建方法，包括傅里叶反投影重建、卷积反投影重建、代数重建、超分辨率重建以及三维图像的面绘制和体绘制算法，同时还介绍了图像重建常用的VTK工具包。通过阅读本章读者可以学习到医学图像处理、虚拟现实和数字地球中常用的根据投影数据重建图像的技术。

第7章：介绍了图像形态学处理方法，包括二值图像和灰度图像的腐蚀、膨胀、开运算和闭运算、击中击不中变换、骨架提取、灰值形态学梯度计算和Top-Hat变换等。通过阅读本章

读者可以学习到数学形态学的基本理论及其用于数字图像处理的技术。

第8章：介绍了图像分割方法，包括传统的边缘检测法、阈值分割法、边界分割法、区域生长法、彩色分割法和新兴的分水岭分割法与水平集分割法。通过阅读本章读者可以学习到图像分析中常用的目标提取技术。

第9章：介绍了图像匹配方法，包括基于像素的归一化积相关灰度匹配和序贯相似性检测法匹配以及基于特征的不变矩匹配、距离变换匹配及最小均方误差匹配等。通过阅读本章读者可以学习到图像识别、计算机视觉和多源图像融合中常用的图像匹配技术。

第三篇 数字图像媒体处理技术

第10章：介绍了图像压缩编码方法，包括Huffman编码、Shannon-Fano编码、算术编码、游程编码、线性预测编码以及有损预测编码和变换编码等，特别介绍了目前广泛使用的JPEG 2000编码。通过阅读本章读者可以学习到Internet、移动通信、数字图书馆以及电子商务等领域广泛使用的图像压缩技术。

第11章：介绍了图像显示特效和滤镜效果的实现方法，包括扫描、移动、百叶窗、栅条、马赛克和雨滴等显示特效以及底片、雕刻、黑白、雾化和素描等滤镜效果。通过阅读本章读者可以学习到数码照片处理软件中常用的图像特效处理技术。

第四篇 数字图像编程高级应用

第12章：介绍了Visual C++结合OpenCV编程的方法，包括OpenCV的安装与编程环境配置、OpenCV编程风格、数据结构、常用函数及使用方法等。通过阅读本章读者可以学习到在Visual C++中利用OpenCV源码库开发数字图像处理系统的技术。

第13章：介绍了Visual C++结合MATLAB编程的方法，包括利用MATLAB和Simulink进行数字图像处理的基本方法以及Visual C++通过MATLAB引擎、MCC和MATCOM调用MATLAB的基本方法。通过阅读本章读者可以学习到Visual C++和MATLAB混合编程技术。

第14章：给出了一个完整的车牌识别系统综合应用实例，包括车牌定位、倾斜校正、字符分割、牌号识别等全过程。通过阅读本章读者能从工程应用的角度加深对数字图像处理技术的认识和理解。

读者对象

- 数字图像处理系统开发人员
- 计算机视觉系统开发人员
- 多媒体信息处理系统开发人员
- 数字图像处理相关领域科研人员
- 数字图像处理编程爱好者
- Visual C++程序设计爱好者
- 高等院校的教师和学生

本书光盘

- 程序源代码：包含书中各章实例和综合应用实例的完整源代码及测试用的图像文件，读者可以按照书中的说明对程序源代码进行编译和运行。
- 开源软件包：包含最新版本的VTK、CMAKE和OpenCV开源软件包，读者可以直接安装，按照书中相应章节的介绍使用。

本书主要由刘海波、沈晶、郭耸编著，参加本书编著和资料整理的还有李平科、于化龙、宋锋、林玉娥、朱长明、王勇、石磊、周长建、马梦成、刘胜宇、吴艳霞、刘萌、梁晓丽、官洁、宁士勇、陆志鹏、沈祺等。李平科和郭耸完成了全书的统稿工作，刘海波和沈晶审校了全书。本书得到中央高校基本科研业务费专项资金资助，在编写过程中得到了海军潜艇学院宋一兵高工和哈尔滨工程大学郭方方副教授的大力支持，在此特别表示感谢！

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

作者：gdz_zero@126.com

编辑：sdl@hzbook.com

作者

2010年5月

前言

第一篇 数字图像处理编程基础

第1章 Visual C++图像处理基础

- 1.1 Visual C++概述
- 1.2 数字图像处理的研究内容
及应用领域
- 1.3 颜色模式和调色板
- 1.3.1 颜色模式
- 1.3.2 Windows调色板
- 1.4 数字图像文件格式
- 1.4.1 BMP文件格式
- 1.4.2 其他文件格式
- 1.5 使用Visual C++处理数字
图像的基本方法
- 1.5.1 使用GDI+处理数字图像
- 1.5.2 使用DIB处理数字图像
- 1.5.3 使用自定义类CDib处理
数字图像
- 1.6 综合实例——图像浏览器
- 1.7 实践拓展

第二篇 数字图像处理核心技术

第2章 图像几何变换

- 2.1 图像位置变换
- 2.1.1 图像平移
- 2.1.2 图像旋转
- 2.1.3 图像镜像
- 2.1.4 图像转置

- 2.2 图像尺度变换
- 2.2.1 图像缩放
- 2.2.2 插值算法
- 2.3 综合实例——魔镜
- 2.4 实践拓展

第3章 图像正交变换

- 3.1 基本正交变换
- 3.1.1 离散傅里叶变换
- 3.1.2 离散余弦变换
- 3.1.3 离散沃尔什变换
- 3.2 特征变换
- 3.2.1 K-L变换
- 3.2.2 SVD变换
- 3.2.3 小波变换
- 3.3 综合实例——特征提取
- 3.4 实践拓展

第4章 图像增强

- 4.1 灰度变换增强
- 4.1.1 线性灰度增强
- 4.1.2 分段线性灰度增强
- 4.1.3 非线性灰度增强
- 4.2 直方图增强
- 4.2.1 直方图统计
- 4.2.2 直方图均衡化
- 4.2.3 直方图规定化
- 4.3 图像平滑
- 4.3.1 邻域平均法
- 4.3.2 加权平均法
- 4.3.3 选择式掩膜平滑
- 4.3.4 中值滤波法

4.4 图像锐化	156	6.2.3 Visual Studio 2005环境 的配置	226
4.4.1 梯度锐化	156	6.2.4 测试开发环境	228
4.4.2 拉普拉斯掩膜锐化	158	6.3 传统重建算法	229
4.5 频域增强	161	6.3.1 傅里叶反投影重建	229
4.5.1 低通滤波	162	6.3.2 卷积反投影重建	231
4.5.2 高通滤波	165	6.3.3 代数重建	232
4.5.3 带阻滤波	167	6.3.4 超分辨率重建	233
4.5.4 同态滤波	168	6.4 三维重建数据可视化	233
4.6 彩色增强	168	6.4.1 三维图像的面绘制	234
4.6.1 真彩色增强	168	6.4.2 三维图像的体绘制	237
4.6.2 假彩色增强	169	6.5 综合实例——CT图像重建	239
4.6.3 伪彩色增强	169	6.6 实践拓展	243
4.7 综合实例——照片处理器	170		
4.8 实践拓展	177		
第5章 图像复原	178	第7章 形态学处理	245
5.1 图像退化模型	178	7.1 形态学基本概念	245
5.2 线性复原	178	7.2 二值图像形态学处理	246
5.2.1 无约束逆滤波	179	7.2.1 图像腐蚀	246
5.2.2 有约束维纳滤波	182	7.2.2 图像膨胀	249
5.2.3 有约束最小平方滤波	185	7.2.3 开运算和闭运算	251
5.2.4 运动模糊图像复原	189	7.2.4 击中击不中变换	254
5.3 非线性复原	194	7.2.5 骨架提取	257
5.3.1 最大后验复原	194	7.3 灰度图像形态学处理	260
5.3.2 最大熵复原	199	7.3.1 灰值腐蚀和膨胀	260
5.3.3 投影复原	204	7.3.2 灰值开运算和闭运算	265
5.4 盲目复原与几何复原	207	7.3.3 灰值形态学梯度	268
5.4.1 盲目图像复原	207	7.3.4 Top-Hat变换	269
5.4.2 图像几何畸变的校正	211	7.4 综合实例——白细胞检测	271
5.5 综合实例——模糊照片复原	214	7.5 实践拓展	275
5.6 实践拓展	217		
第6章 图像重建	219	第8章 图像分割	276
6.1 图像重建与可视化工具VTK	219	8.1 边缘检测法	276
6.1.1 图像重建	219	8.1.1 Roberts算子	276
6.1.2 可视化工具VTK	219	8.1.2 Sobel算子	278
6.2 VTK的安装与配置	222	8.1.3 Prewitt算子	281
6.2.1 安装前的准备	223	8.1.4 Krisch算子	282
6.2.2 开始实施安装	223	8.1.5 Laplacian算子	287
		8.1.6 Gauss-Laplacian算子	289
		8.2 阈值分割法	290

8.2.1 最大方差阈值分割	291
8.2.2 自适应阈值分割	293
8.3 边界分割法	296
8.3.1 轮廓提取	296
8.3.2 边界跟踪	298
8.4 其他分割法	301
8.4.1 区域生长法	301
8.4.2 彩色分割法	303
8.4.3 分水岭分割法	306
8.4.4 水平集分割法	310
8.5 综合实例——指纹提取	313
8.6 实践拓展	316

第9章 图像匹配

9.1 基于像素的匹配	318
9.1.1 归一化积相关灰度匹配	318
9.1.2 序贯相似性检测法匹配	322
9.2 基于特征的匹配	327
9.2.1 不变矩匹配法	327
9.2.2 距离变换匹配法	332
9.2.3 最小均方误差匹配法	340
9.3 综合实例——遥感图像匹配	346
9.4 实践拓展	355

第三篇 数字图像媒体处理技术

第10章 图像压缩编码

10.1 无损压缩	357
10.1.1 Huffman编码	358
10.1.2 Shannon-Fano编码	364
10.1.3 算术编码	371
10.1.4 游程编码	378
10.1.5 线性预测编码	378
10.1.6 位平面编码	379
10.2 有损压缩	382
10.2.1 有损预测编码	382
10.2.2 变换编码	390
10.3 JPEG 2000编码	392
10.3.1 JPEG 2000 概述	392

10.3.2 JPEG 2000编码过程	393
10.3.3 JPEG 2000 图像压缩码 流格式	397

10.4 综合实例——图像编码 解码器	399
10.5 实践拓展	405

第11章 图像特效

11.1 显示特效	406
11.1.1 扫描特效	407
11.1.2 移动特效	408
11.1.3 百叶窗特效	410
11.1.4 栅条特效	411
11.1.5 马赛克特效	414
11.1.6 雨滴特效	415
11.2 滤镜效果	416
11.2.1 底片效果	416
11.2.2 雕刻效果	417
11.2.3 黑白效果	419
11.2.4 雾化效果	421
11.2.5 素描效果	423
11.3 综合实例——图像特效 编辑器	425
11.4 实践拓展	440

第四篇 数字图像编程高级应用

第12章 Visual C++结合 OpenCV编程

12.1 OpenCV概述	443
12.2 OpenCV编程环境	445
12.2.1 OpenCV的获取	445
12.2.2 OpenCV的安装和 Visual C++的配置	446
12.3 OpenCV编程基础	448
12.3.1 OpenCV编程规范	448
12.3.2 OpenCV基础数据结构	451
12.3.3 OpenCV动态数据结构	457

12.3.4	OpenCV常用函数	462
12.3.5	在Visual C++环境下使用OpenCV	477
12.4	综合实例——人脸检测	478
12.5	实践拓展	480
第13章 Visual C++结合MATLAB编程 482		
13.1	MATLAB概述	482
13.2	MATLAB图像处理	482
13.2.1	MATLAB程序设计基础	483
13.2.2	MATLAB图像处理工具箱	486
13.2.3	Simulink视频和图像处理模块	489
13.3	在Visual C++中调用MATLAB	490
13.3.1	使用MATLAB引擎	490
13.3.2	使用MATLAB编译器	497
13.3.3	使用MATCOM	504
13.3.4	在VC中调用Simulink模型	510

13.4	综合实例——运动物体跟踪	515
13.5	实践拓展	522
第14章 车牌识别系统综合应用 524		
14.1	车牌识别系统概述	524
14.2	车牌识别系统架构	524
14.2.1	系统硬件平台	524
14.2.2	系统软件平台	525
14.3	车牌定位	526
14.3.1	车辆图像采集与预处理	526
14.3.2	车牌区域定位	529
14.4	字符分割	531
14.4.1	图像二值化	531
14.4.2	倾斜校正	531
14.4.3	分割字符	532
14.5	车牌识别	534
14.5.1	字符特征提取	534
14.5.2	分类器设计	535
14.5.3	字符识别	544
14.6	实践拓展	545
参考文献 546		

Visual C++

数字图像处理技术详解

第一篇

数字图像处理编程基础

本篇介绍Visual C++数字图像处理的基础知识。本篇内容可以带领初学者快速进入数字图像处理领域，轻松开始Visual C++数字图像处理编程之旅。

第1章 Visual C++图像处理基础

本章系统论述了使用Visual C++对数字图像进行处理的一些基础知识，并通过示例和实例讲解了它们的使用方法。

1.1 Visual C++概述

Visual C++（简称VC）自诞生以来，凭借着C++语言的强大功能、良好的开发环境支持以及与Windows操作系统的血缘关系，一直是Windows操作系统环境下最主要的开发工具之一。使用VC可以完成各种各样的应用程序开发，涵盖底层软件到上层面向用户的软件，而且这些开发出的产品与Windows操作系统最具亲和力。掌握了VC就等于进入了Windows编程的自由王国。

VC已历经数个版本的发展，伴随着Microsoft.NET计划的展开，又也诞生了一系列VC.NET版本，从VS 2002、VS 2003、VS 2005，一直发展到现在最新的VS 2008。目前，在数字图像处理领域使用VC作为开发平台的，多以VC 6.0或VS 2005这两个版本为主。VC 6.0版本代码可以自动迁移到VS 2005版本，而VS 2008主要是在界面设计上增加了对Vista外观样式的支持，对于数字图像处理算法编程，VS 2008与VS 2005并无本质区别，因此本书主要介绍VS 2005，兼顾VC 6.0。

VS 2005最主要的技术特点是：可视化编程、支持面向对象技术以及支持.NET。VS 2005提供了一系列可视化开发工具，如应用程序向导AppWizard、属性窗口和常用控件等，通过使用可视化编程技术使得Windows编程更为直观、方便、快捷。而VS 2005支持的面向对象编程技术包装了Windows内在的复杂运行机制，使得Windows编程更为简单易学。在进入.NET时代后，VS 2005通过.NET技术支持可以实现语言无关性、托管编程以及开发XML Web服务等，大大地拓宽了VS 2005的应用领域。

需要说明的是, VS 2005并不完全兼容VC 6.0, 将VC 6.0的项目自动升级到VS 2005后, 经常出现编译错误。下面列出VS 2005与VC 6.0之间的几点不同。

- VS 2005创建的项目默认使用Unicode字符集。
- VS 2005除掉了VC 6.0中的类向导, 取而代之的是右键快捷菜单和属性窗口。
- VS 2005支持.NET Framework, 即可以开发传统的非托管应用程序, 又可以开发基于.NET Framework的托管应用程序。
- VS 2005在开发基于.NET Framework的应用程序时, 可以与其他语言进行混合开发, 即支持语言无关性。
- 创建VS 2005项目所生成的文件也与以前有所不同, 修改和增加了一些文件类型。
- VS 2005的语法比VC 6.0更严格, 更符合标准C++规范, 因此, 在VC 6.0中可以编译通过的程序在VS 2005中可能报错。
- VS 2005使用的MFC类库以及运行库也都发生了变化, 这也将导致将VC 6.0项目升级到VS 2005时发生错误。
- VS 2005的开发环境比VC 6.0更方便、更稳定。标签式的文档显示、灵活的窗口定制、完善的智能提示等将会带来崭新的体验。

1.2 数字图像处理的研究内容及应用领域

数字图像处理的英文名称是“Digital Image Processing”。通常所说的数字图像处理是指用计算机进行的处理, 因此也称为计算机图像处理(Computer Image Processing)。数字图像处理技术是一个跨学科领域。随着计算机科学技术的不断发展, 图像处理和分析逐渐形成了自己的科学体系, 新的处理方法层出不穷, 尽管其发展历史不长, 但却引起各方面人士的广泛关注。

1. 数字图像处理的研究内容

总的来说, 数字图像处理包括以下几项内容。

(1) 点运算

点运算主要针对图像的像素进行加、减、乘、除等运算。图像的点运算可以有效地改变图像的直方图分布, 这对提高图像的分辨率以及图像均衡都是非常有益的。

(2) 几何变换

几何变换主要包括图像的坐标变换, 图像的移动、缩小、放大、旋转, 多个图像的配准以及图像扭曲校正等。几何变换是最常见的图像处理手段, 几乎所有的图像处理软件都提供了最基本的图像缩放功能。图像的扭曲校正功能可以将变形的图像进行几何校正, 从而得出准确的图像。

(3) 图像增强

图像增强的作用主要是突出图像中的重要信息, 同时减弱或者去除不需要的信息。常用的方法有灰度变换增强、直方图增强、频域增强以及彩色增强等。

(4) 图像复原

图像复原的主要目的是去除干扰和模糊, 从而恢复图像的本来面目, 例如去噪声复原处理。常用的方法有线性复原和非线性复原等。

(5) 图像重建

图像的重建起源于CT技术的发展, 是一门新兴的数字图像处理技术, 主要是利用采集的数据来重建图像。图像重建的主要算法有代数法、迭代法、傅里叶反投影法和使用最为广泛

的卷积反投影法等。

(6) 图像形态学处理

图像形态学是数学形态学的延伸，是一门独立的研究学科。利用图像形态学处理技术，可以实现图像的腐蚀、膨胀和细化等效果。

(7) 图像分割

从严格意义上来讲，图像分割也应隶属于图像形态学处理的范畴，但由于近年来这一研究方向的迅猛发展，使其成为了一个独立且热门的研究方向。图像分割的主要目的是将用户感兴趣的区域划分出来，主要方法有边缘分割法、阈值分割法、区域分割法以及纹理分割法等。

(8) 图像编码

图像编码研究属于信息论中信源编码的范畴，其主要宗旨是利用图像信号的统计特性及人类视觉特性对图像进行高效编码，从而达到压缩图像的目的。图像编码是数字图像处理中一个经典的研究范畴，有60多年的研究历史，目前已经制定了多种编码标准，如H.261、JPEG和MPEG等。

(9) 图像匹配

图像匹配是指通过一定的匹配算法在两幅或多幅图像之间识别同名点，如二维图像匹配中通过比较目标区和搜索区中相同大小的窗口的相关系数，取搜索区中相关系数最大所对应的窗口中心点作为同名点。其实质是在基元相似性的条件下，运用匹配准则的最佳搜索问题。图像匹配主要可分为以像素为基础的匹配和以特征为基础的匹配。

2. 数字图像处理的应用

目前数字图像处理的应用范围越来越广泛，已经渗透到一般工业、航空航天、医疗保健、军事、交通、国家安全、刑侦等各个领域，在国民经济中发挥着越来越大的作用。

(1) 遥感技术中的应用

遥感图像处理的用途越来越大，并且其效率和分辨率也越来越高。它被广泛地应用于土地测绘、资源调查、气象监测、环境污染监督、农作物估产和军事侦察等领域。目前遥感技术已经比较成熟，但是还必须解决其数据量庞大、处理速度慢的缺点。

(2) 医学应用

图像处理在医学上有着广泛的应用。其中最突出的临床应用就是超声、核磁共振和CT等技术。在医学领域利用图像处理技术可以实现对疾病的直观诊断和无痛、安全方便的诊断和治疗，受到广大患者的欢迎。

(3) 安全领域

利用图像处理技术结合模式识别方法，可以应用在监控、指纹档案管理等安全领域中。

(4) 工业生产

产品的无损检测也是图像处理技术的一项广泛的应用。

总之，图像处理技术的应用是相当广泛的，它在国家安全、经济发展、日常生活中充当着越来越重要的角色（有关图像处理的应用领域如表1-1所示），对国计民生有着不可忽略的作用。

表1-1 图像处理的应用领域

学 科	应 用
物理、化学	结晶分析、谱分析等
生物、医学	细胞分析、染色体分析、X射线成像、CT等
环境保护	水质及大气污染调查等

(续)

学 科	应 用
地质	资源勘测、地图绘制、GIS等
农业、林业	农作物估产、植被分布调查等
渔业	鱼群分布调查等
气象	卫星云图分析等
通信	传真、电视、多媒体通信等
工业	工业探伤、机器人、产品质量检测等
军事	导弹导航、军事侦察等
法律	指纹识别、掌纹识别等

1.3 颜色模式和调色板

现实世界中形形色色的事物都是有颜色的。本节将介绍如何用计算机来描述这些事物图像的颜色，又如何在编程环境下操作这些颜色。

1.3.1 颜色模式

近年来，多媒体技术的飞速发展使得普通的多媒体计算机玩家也能对静止图像或视频图像进行各种处理。许多优秀的图像编辑处理软件，例如3dsMax、Photoshop等，都具有强大的图像处理功能，而对颜色的处理则是其强大功能不可缺少的一部分。因此，了解一些有关颜色的基本知识和常用的视频颜色模式，对于生成符合视觉感官需要的图像无疑是大有益处的。

颜色的实质是一种光波。它的存在是因为有3个实体：光线、被观察的对象以及观察者。人眼是把颜色当作由被观察对象吸收或者反射不同波长的光波形成的。例如，阳光下看到某物体呈现红色，那是因为该物体吸收了其他波长的光，而把红色波长的光反射到人眼里的缘故。当然，人眼所能感受到的只是波长在可见光范围内的光波信号。当各种不同波长的光信号一同进入眼睛的某一点时，人的视觉器官会将它们混合起来，作为一种颜色接受下来。同样，在对图像进行颜色处理时，也要进行颜色的混合，但要遵循一定的规则，即在不同颜色模式下对颜色进行处理。下面简单介绍数字图像处理中常见的两种颜色模式。

1. RGB颜色模式

根据人眼结构，所有颜色都可看作是3个基本颜色——红(red, R)，绿(green, G)和蓝(blue, B)的不同组合。区分颜色常用3种基本特性参数：亮度、色调和饱和度。色调和饱和度合起来称为色度，颜色可用亮度和色度共同表示。当把红、绿、蓝三色光混合时，通过改变三者各自的强度比例可得到各种色调和饱和度的颜色。

$$C \subseteq rR + gG + bB \quad (1-1)$$

其中，C代表某一特定色， $\subseteq$ 表示匹配，R、G、B表示三原色，r、g、b代表比例系数，且有：

$$r + g + b = 1 \quad (1-2)$$

综上所述，任一种颜色都可用3个基本量来描述，所以建立颜色模型就是建立一个3D坐标系，其中每个空间点都表示某一种颜色。图1-1为RGB颜色模式的示意图。

2. HSI颜色模式

HSI颜色模式是从人的视觉系统出发，用色调、色饱和度和亮度来描述色彩。HSI颜色模

式可以用一个圆锥空间模型来描述。用这种描述HSI颜色模式的圆锥模型相当复杂,但确能把色调、亮度和色饱和度的变化情形表现得很清楚。通常把色调和饱和度通称为色度,用来表示颜色的类别与深浅程度。由于人的视觉对亮度的敏感程度远强于对颜色浓淡的敏感程度,为了便于色彩处理和识别,人的视觉系统经常采用HSI颜色模式,它比RGB颜色模式更符合人的视觉特性。在图像处理和计算机视觉中大量算法都可在HSI颜色模式中方便地使用,它们可以分开处理而且是相互独立的。因此,HSI颜色模式可以大大简化图像分析和处理的工作量。HSI颜色模式和RGB颜色模式只是同一物理量的不同表示法,因而它们之间存在着转换关系。

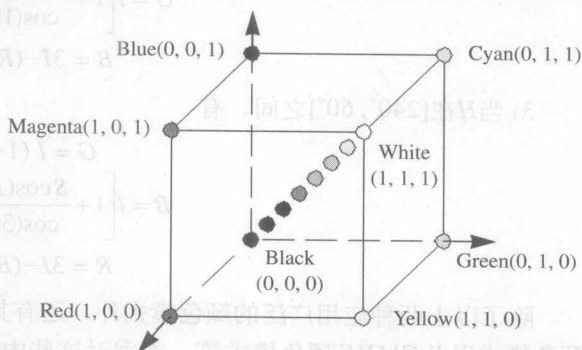


图1-1 RGB颜色模式

HSI颜色模式中的饱和度与颜色的白光光量刚好成反比,它可以说是一个颜色鲜明与否的指标。因此,如果在显示器上使用HSI模型来处理图像,将能得到较为逼真的效果。

■ 色调 (hue): 指物体传导或反射的波长。更常见的是以颜色如红色,橘色或绿色来辨识,取 $0^\circ \sim 360^\circ$ 的数值来衡量。

■ 饱和度 (saturation): 又称色度,是指色彩的强度或纯度。饱和度代表灰色与色调的比例,并以0% (灰色)到100% (完全饱和)来衡量。

■ 亮度 (intensity): 是指颜色的相对明暗度,通常以0% (黑色)到100% (白色)的百分比来衡量。

下面对以上两种颜色模式之间的转换方法进行介绍。

对任何3个在 $[0, 1]$ 范围内的 R 、 G 、 B 值,其对应HSI模型中的 I 、 S 、 H 分量可分别由下面给出的公式计算:

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (1-3)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)] \quad (1-4)$$

$$H = \arccos \left\{ \frac{[(R - G) + (R - B)]/2}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\} \quad (1-5)$$

若设 S 、 I 的值在 $[0, 1]$ 之间, R 、 G 、 B 的值也在 $[0, 1]$ 之间,则从HSI到RGB的转换公式如下所示。

1) 当 H 在 $[0^\circ, 120^\circ]$ 之间,有

$$B = I(1 - S) \quad (1-6)$$

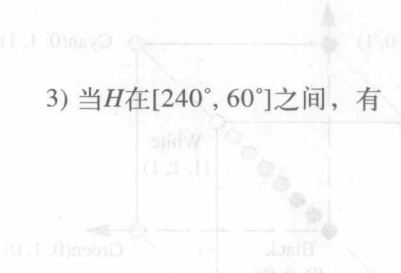
$$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \quad (1-7)$$

$$G = 3I - (B + R) \quad (1-8)$$

2) 当 H 在 $[120^\circ, 240^\circ]$ 之间,有

$$R = I(1 - S) \quad (1-9)$$

$$G = I \left[1 + \frac{S \cos(H - 120^\circ)}{\cos(180^\circ - H)} \right] \tag{1-10}$$



$$B = 3I - (R + G) \tag{1-11}$$

3) 当 H 在 $[240^\circ, 60^\circ]$ 之间, 有

$$G = I(1 - S) \tag{1-12}$$

$$B = I \left[1 + \frac{S \cos(H - 240^\circ)}{\cos(300^\circ - H)} \right] \tag{1-13}$$

$$R = 3I - (B + G) \tag{1-14}$$

除了以上两种应用广泛的颜色模式外, 还有其他常用的颜色模式, 如Lab颜色模式、YUV颜色模式以及CMYK颜色模式等, 本书对这些内容不再赘述, 有兴趣的读者可以查阅相关的书籍资料。

1.3.2 Windows调色板

现实世界的颜色种类是无限的, 但计算机显示系统所能表现的颜色数量有限, 因此, 为了使计算机能最好地重现实际图景, 就必须用一定的技术来管理和取舍颜色。

1. 显示卡

Windows提供了一个独立于硬件的颜色接口。程序提供了一个“绝对的”颜色码, Windows把这个代码映射成计算机显示器上适当的颜色或颜色组合: 对于一些常见的显示卡, 大多数Windows程序都会优化应用程序的颜色显示。在计算机中, 常用的显示卡为标准视频图形阵列显示卡(VGA), 其使用18位的颜色寄存器, 因此有一个262 144种颜色的调色板。然而, 由于显存的限制, 标准VGA卡采用4色代码, 这意味着, 它一次只能显示16种颜色。因为Windows对标题、边框、滚动条等需要固定的颜色, 程序就可以只使用16种“标准”的纯色, 但并不能方便地使用显示卡显示的其他颜色。

每一种Windows颜色由8位红、绿、蓝值的组合来表示。16种标准VGA“纯”(非抖动)颜色如表1-2所示。

表1-2 16种标准VGA“纯”颜色

红	绿	蓝	颜色
0	0	0	黑色
0	0	255	蓝色
0	255	0	绿色
0	255	255	青色
255	0	0	红色
255	0	255	品红色
255	255	0	黄色
255	255	255	白色
0	0	128	暗蓝色
0	128	0	暗绿色
0	128	128	暗青色
128	0	0	暗红色
128	0	128	暗紫色
128	128	0	橄榄色
128	128	128	暗灰色
192	192	192	亮灰色