精通

Visual C++

数字图像处理典型算法及实现 第2版

求是科技　张宏林　编著

详细讲述了Visual C++数字图像处理典型算法及实现

对每种常用的数字图像处理方法，本书都提供了完整的源代码

本书内容丰富，叙述详细，实用性强

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

封面设计：王晓国

涵盖主题：

数字图像编程的基础知识

数字图像的采集、量化和表示

数字图像的点运算

数字图像的几何变换

数字图像处理的一些常见的频域处理方法

常用的数字图像增强技术

数字图像腐蚀、膨胀和细化算法

数字图像边缘检测与提取及轮廓跟踪

数字图像分割技术

图像配准中所用到的理论基础、配准方法

Visual C++实现的图像配准示例

数字图像复原相关技术

数字图像压缩编码相关技术

分类建议：计算机 / 程序设计 / Visual C++
人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn
代码下载地址：www.ptpress.com.cn / download



精通

Visual C++

数字图像处理典型算法及实现 第2版

求是科技　张宏林　编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目（CIP）数据

精通 Visual C++数字图像处理典型算法及实现 / 张宏林编著. —2版. —北京：人民邮电出版社，2008.7
ISBN 978-7-115-18049-0

Ⅰ. 精… Ⅱ. 张… Ⅲ. C语言—数字图象处理—程序设计 Ⅳ. TP391.41 TP312

中国版本图书馆CIP数据核字（2008）第061856号

内 容 提 要

本书主要讲述了 Visual C++数字图像处理典型算法及实现，全书共 12 章，分别介绍了数字图像编程基础，图像感知与获取，图像的点运算，图像的几何变换，图像的正交变换，图像的增强，数字图像腐蚀算法、膨胀算法、细化算法，图像边缘检测与提取、轮廓跟踪，图像分割，图像配准，图像复原和图像的压缩编码技术等内容。对每种常用的数字图像处理方法，本书都提供了完整的源代码。

本书内容丰富，叙述详细，实用性强，适合于数字图像处理工作者阅读参考。

精通 Visual C++数字图像处理典型算法及实现（第 2 版）

◆ 编　　著　求是科技　张宏林
责任编辑　屈艳莲
◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　　电子函件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京顺义振华印刷厂印刷
◆ 开本：787×1092　1/16
印张：36
字数：888 千字　　2008 年 7 月第 2 版
印数：7 001－11 000 册　　2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18049-0/TP

定价：75.00 元（附光盘）

读者服务热线：(010)67132692　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

第2版前言

随着人工智能和多媒体技术的发展，数字图像处理技术的应用越来越广泛。数字图像典型算法在数字图像处理技术中占有举足轻重的地位。由于 Visual C++本身就是图形开发界面，它提供了丰富的关于位图操作的函数，对开发图像处理系统提供了极大的方便。目前 Visual C++已经成为开发图像处理程序的主要开发工具。本书第 1 版主要讲述了 Visual C++数字图像处理典型算法及实现，内容丰富、叙述详细、实用性强，适合于数字图像处理工作者阅读参考。

本书第 1 版出版以来，受到了广大读者的一致好评，很多读者都提出了很好的建议与意见。为了弥补前一版书的不足，我们经过精心策划与改编后推出了第 2 版图书。

第 2 版图书的特点主要表现在以下几个方面。

- 知识构架：在不影响知识构架的完整性的前提下，进一步优化了知识构架。
- 内容讲解：在内容讲解与表达上综合了读者、作者、编审的意见，做到字斟句酌。
- 图片清晰：更换了第 1 版图书中的一些比较模糊图片。
- 技术问题：修正了第 1 版图书中存在的部分容易引起读者误解的技术问题，使得第 2 版内容更加严谨。
- 细节调整：投入了大量的精力和时间，对容易引起读者阅读困难的细节进行了全面调整。

编 者

2008 年 5 月

前　言

数字图像处理技术从广义上可看做是各种图像加工技术的总称。它包括利用计算机和其他电子设备完成的一系列工作，如图像的采集、获取、编码、存储和传输，图像的合成和产生，图像的显示、绘制和输出，图像变化、增强、恢复和重建，特征的提取和测量，目标的检测、表达和描述，序列图像的校正，图像数据库的建立、索引、查询和抽取，图像的分类、表示和识别，3D景物的重建复原，图像模型的建立，图像知识的利用和匹配，图像和场景的解释和理解，以及基于它们的推理、判断、决策和行为规划等。

Visual C++是Microsoft公司推出的开发Win32环境程序，面向对象的可视化集成编译系统。它不仅具有程序框架自动生成、灵活方便的类管理、代码编写和界面设计集成交互操作、可开发多种程序等优点，而且通过简单的设置就可使其生成程序框架支持的数据库接口、OLE2、WinSock网络、3D控制界面。由于Visual C++本身就是一个图形的开发界面，提供了丰富的关于位图操作的函数，对开发图像处理系统提供了极大的方便。因此，它现在已经成为开发Win32程序，包括图像处理程序的主要开发工具。

本书分为12章，简要介绍如下。

第1章：主要介绍Windows下Visual C++数字图像编程的基础知识。

第2章：主要介绍数字图像的采集、量化和表示。

第3章：主要介绍数字图像的点运算。

第4章：主要介绍数字图像的几何变换，通常包括图像的平移、镜像变换、转置、缩放和旋转等。

第5章：主要介绍数字图像处理的一些常见的频域处理方法。

第6章：主要介绍一些常用的数字图像增强技术。

第7章：主要介绍数字图像腐蚀、膨胀和细化算法。

第8章：主要介绍数字图像边缘检测与提取及轮廓跟踪。

第9章：主要介绍数字图像分割技术。

第10章：主要介绍图像配准中所用到的理论基础、配准方法，并给出了一个利用Visual C++实现的图像配准示例。

第11章：主要介绍数字图像复原相关技术。

第12章：主要介绍数字图像压缩编码相关技术。

由于时间仓促和编写的水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正，同时欢迎广大读者提出宝贵意见和建议。

编　者

2006年5月

目　录

第 1 章　Visual C++数字图像编程基础 ····· 1

1.1　数字图像处理概述 ····· 1
1.2　图像和调色板 ····· 2
1.2.1　图像 ····· 2
1.2.2　调色板 ····· 3
1.2.3　色彩系统 ····· 4
1.2.4　灰度图 ····· 5
1.3　GDI 位图 ····· 5
1.3.1　从资源中装入 GDI 位图 ····· 6
1.3.2　伸缩位图 ····· 8
1.4　与设备相关位图 ····· 10
1.5　设备无关位图（DIB） ····· 15
1.5.1　BMP 文件中 DIB 的结构 ····· 16
1.5.2　DIB 访问函数 ····· 18
1.5.3　构造 DIB 类 ····· 22
1.5.4　使用 DIB 读写 BMP 文件示例 ··· 33

第 2 章　图像感知与获取 ····· 45

2.1　视觉基础 ····· 45
2.1.1　视觉系统 ····· 45
2.1.2　视觉模型 ····· 47
2.2　图像获取 ····· 48
2.3　图像采样 ····· 50
2.3.1　确定性图像场抽样 ····· 50
2.3.2　随机图像取样 ····· 52
2.4　量化 ····· 53
2.5　图像显示 ····· 57
2.5.1　图案法显示 ····· 58
2.5.2　图案法显示图像的 Visual C++实现 ····· 59
2.5.3　随机抖动法显示图像 ····· 62
2.5.4　随机抖动法显示图像的 Visual C++实现 ····· 63

第 3 章　图像的点运算 ····· 67

3.1　灰度直方图 ····· 67
3.1.1　灰度直方图的定义 ····· 67
3.1.2　编程绘制灰度直方图 ····· 69
3.2　灰度的线性变换 ····· 77
3.2.1　功能与效果 ····· 77
3.2.2　原理与算法 ····· 77
3.2.3　Visual C++编程实现 ····· 77
3.3　灰度的阈值变换 ····· 89
3.3.1　功能与效果 ····· 89
3.3.2　原理与算法 ····· 90
3.3.3　Visual C++编程实现 ····· 90
3.4　灰度的窗口变换 ····· 96
3.4.1　功能与效果 ····· 96
3.4.2　原理与算法 ····· 97
3.4.3　Visual C++编程实现 ····· 97
3.5　灰度拉伸 ····· 106

3.5.1 功能与效果 ····· 106
3.5.2 原理与算法 ····· 106
3.5.3 Visual C++编程实现 ····· 106
3.6 灰度均衡 ····· 117
3.6.1 功能与效果 ····· 117
3.6.2 原理与算法 ····· 117
3.6.3 Visual C++编程实现 ····· 118

第 4 章 图像的几何变换 ····· 121

4.1 图像的平移 ····· 121
4.1.1 功能与效果 ····· 121
4.1.2 原理与算法 ····· 122
4.1.3 Visual C++编程实现 ····· 124
4.2 图像的镜像变换 ····· 130
4.2.1 功能与效果 ····· 130
4.2.2 原理与算法 ····· 130
4.2.3 Visual C++编程实现 ····· 132
4.3 图像的转置 ····· 135
4.3.1 功能与效果 ····· 135
4.3.2 原理与算法 ····· 136
4.3.3 Visual C++编程实现 ····· 136
4.4 图像的缩放 ····· 139
4.4.1 功能与效果 ····· 139
4.4.2 原理与算法 ····· 139
4.4.3 Visual C++编程实现 ····· 140
4.5 图像的旋转 ····· 144
4.5.1 功能与效果 ····· 144
4.5.2 原理与算法 ····· 145
4.5.3 Visual C++编程实现 ····· 147
4.6 插值算法简介 ····· 153
4.6.1 最邻近插值 ····· 153
4.6.2 双线性插值 ····· 153
4.6.3 高阶插值 ····· 158

第 5 章 图像的正交变换 ····· 159

5.1 傅立叶变换 ····· 159
5.1.1 傅立叶变换的基本概念 ····· 159
5.1.2 傅立叶变换的性质 ····· 160
5.1.3 离散傅立叶变换 ····· 162
5.1.4 离散傅立叶变换的性质 ····· 164
5.1.5 快速傅立叶变换 ····· 167
5.1.6 Visual C++编程实现图像傅立叶变换 ····· 174
5.2 离散余弦变换 ····· 180
5.2.1 功能和效果 ····· 180
5.2.2 原理和算法 ····· 180
5.2.3 Visual C++编程实现图像离散余弦变换 ····· 183
5.3 沃尔什变换 ····· 189
5.3.1 沃尔什函数 ····· 189
5.3.2 沃尔什变换 ····· 191
5.3.3 离散沃尔什－哈达玛变换 ····· 192
5.3.4 快速沃尔什－哈达玛变换 ····· 192
5.3.5 Visual C++编程实现图像沃尔什－哈达玛变换 ····· 196
5.4 基于特征向量的变换 ····· 203
5.4.1 特征分析 ····· 203
5.4.2 主向量分析（PCA） ····· 204
5.4.3 霍特林（Hotelling）变换 ····· 204
5.4.4 SVD 变换 ····· 205
5.4.5 霍特林变换的 Visual C++实现 ····· 207
5.5 小波变换 ····· 217
5.5.1 连续小波变换 ····· 218
5.5.2 离散小波变换 ····· 220
5.5.3 二进小波变换 ····· 220
5.5.4 小波变换的多分辨率分析 ····· 221
5.5.5 Mallat 算法 ····· 222
5.5.6 小波变换的 Visual C++实现 ····· 224

第 6 章 图像的增强 ····· 236

6.1 图像的灰度修正 ····· 237
6.2 模板操作 ····· 237
6.3 图像的平滑 ····· 240
6.3.1 功能与效果 ····· 240
6.3.2 原理与算法 ····· 240
6.3.3 Visual C++编程实现 ····· 241
6.4 中值滤波 ····· 248

6.4.1 功能与效果 ……248
6.4.2 原理与算法 ……248
6.4.3 Visual C++编程实现 ……249
6.5 图像的锐化 ……256
6.5.1 梯度锐化 ……256
6.5.2 拉普拉斯锐化 ……261
6.5.3 高通滤波器 ……264
6.6 伪彩色和假彩色增强 ……267
6.6.1 伪彩色和假彩色增强技术 ……267
6.6.2 Visual C++编程实现 ……268

第 7 章 数字图像腐蚀、膨胀和细化算法 ……275

7.1 数学形态学 ……275
7.1.1 什么是数学形态学 ……275
7.1.2 数学形态学中的基本符号和术语 ……276
7.2 图像腐蚀（Erosion） ……278
7.2.1 功能与效果 ……278
7.2.2 原理与算法 ……279
7.2.3 Visual C++编程实现 ……282
7.3 图像膨胀（Dilation） ……290
7.3.1 功能和效果 ……290
7.3.2 原理和算法 ……290
7.3.3 腐蚀和膨胀的代数性质 ……292
7.3.4 Visual C++编程实现 ……293
7.4 开（Open）运算和闭（Close）运算 ……300
7.4.1 功能和效果 ……300
7.4.2 原理和算法 ……302
7.4.3 开、闭运算的代数性质 ……305
7.4.4 Visual C++编程实现 ……306
7.5 数学形态学的其他运算 ……317
7.5.1 击中/击不中（Hit/Miss）变换 ……317
7.5.2 细化（Thinning） ……319
7.5.3 Visual C++编程实现 ……320

第 8 章 图像边缘检测、提取及轮廓跟踪 ……325

8.1 边缘检测 ……325
8.1.1 功能与效果 ……325
8.1.2 原理和算法 ……328
8.1.3 Visual C++编程实现 ……330
8.2 Hough 变换 ……348
8.2.1 功能与效果 ……348
8.2.2 原理和算法 ……348
8.2.3 Hough 变换的 Visual C++编程实现 ……350
8.3 轮廓提取与轮廓跟踪 ……355
8.3.1 功能与效果 ……355
8.3.2 原理和算法 ……356
8.3.3 轮廓提取与跟踪的 Visual C++编程实现 ……357
8.4 种子填充 ……362
8.4.1 功能与效果 ……362
8.4.2 原理和算法 ……363
8.4.3 种子填充的 Visual C++编程实现 ……366

第 9 章 图像分割 ……374

9.1 图像分割研究 ……375
9.1.1 图像分割定义 ……375
9.1.2 图像分割的方法 ……375
9.2 并行边界分割 ……376
9.2.1 边界检测的数学基础 ……377
9.2.2 数字图像的边界检测 ……378
9.2.3 并行边界分割的 Visual C++实现 ……380
9.3 串行边界分割 ……395
9.3.1 边界跟踪 ……395
9.3.2 边界跟踪的 Visual C++实现 ……396
9.4 并行区域分割 ……400
9.4.1 阈值分割 ……400
9.4.2 自适应阈值选取 ……402
9.4.3 阈值分割的 Visual C++实现 ……402
9.5 串行区域分割 ……409

9.5.1 区域生长 ……409
9.5.2 分裂合并 ……410
9.5.3 区域生长的 Visual C++实现…410
9.6 Canny 算子 ……414
9.6.1 Canny 算子介绍 ……414
9.6.2 Canny 算子的 Visual C++ 实现 ……415

第 10 章 图像配准 ……430

10.1 图像配准理论基础 ……431
10.1.1 图像变换 ……431
10.1.2 相似性测度 ……432
10.1.3 插值 ……433
10.1.4 最小二乘法 ……434
10.2 图像配准中常用的技术 ……434
10.2.1 点映射 ……435
10.2.2 基于弹性模型的匹配 ……435
10.2.3 特征空间的选择 ……436
10.2.4 相似性测度的选择 ……436
10.2.5 搜索空间和策略的选择 ……436
10.3 Visual C++编程实现图像配准…437

第 11 章 图像复原 ……469

11.1 图像退化的数学模型 ……469
11.1.1 退化系统的基本定义 ……470
11.1.2 连续函数的退化模型 ……470
11.1.3 离散函数的退化模型 ……471
11.2 运动模糊图像复原 ……474
11.2.1 由匀速直线运动引起的图像模糊 ……474
11.2.2 运动模糊图像复原的 Visual C++实现 ……476
11.3 非约束复原 ……484
11.3.1 非约束复原的基本方法 ……484
11.3.2 逆滤波复原 ……485
11.3.3 逆滤波复原的 Visual C++ 实现 ……485
11.3.4 维纳滤波方法 ……494
11.3.5 维纳滤波的 Visual C++ 实现 ……495
11.4 约束复原 ……504

第 12 章 图像压缩编码 ……505

12.1 图像压缩编码理论基础 ……505
12.2 图像编码分类 ……508
12.3 霍夫曼（Huffman）编码 ……509
12.3.1 霍夫曼编码理论及算法 ……509
12.3.2 霍夫曼编码的 Visual C++ 实现 ……510
12.4 香农－费诺（Shannon-Fano）编码 ……519
12.4.1 香农－费诺编码的理论及算法 ……519
12.4.2 香农－费诺编码的 Visual C++实现 ……519
12.5 算术编码 ……529
12.5.1 算术编码的理论及算法 ……530
12.5.2 算术编码的 Visual C++实现 532
12.6 游程编码（Run Length Coding） ……539
12.6.1 基本原理 ……539
12.6.2 PCX 文件格式及其编码方法 ……540
12.6.3 编程实现 PCX 文件格式的读写 ……541
12.7 位平面编码 ……541
12.7.1 位编码理论 ……541
12.7.2 位平面编码的 Visual C++ 实现 ……543
12.8 预测编码 ……546
12.8.1 DPCM 的基本原理 ……546
12.8.2 预测编码的类型 ……547
12.8.3 预测编码的 Visual C++实现 548
12.9 JPEG 2000 编码 ……559
12.9.1 JPEG 2000 概述 ……560
12.9.2 JPEG 2000 图像编解码系统 561
12.9.3 JPEG 2000 图像压缩码流格式 ……565