



程序员书库

陆宗骐 金登男 编著

1010111010

Visual C++.NET 图像处理编程



清华大学出版社

程序员书库

Visual C++.NET 图像处理编程

陆宗骐 金登男 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 CImage 类为基础介绍了 Visual C++.NET 环境下的图像基础知识与图像处理常用算法的编程原理和方法。通过自建 CImage 仿真类,本书方法也适用于 Visual C++ 环境。

本书包括 4 个部分。第 1 部分介绍图像显示与存储的基础知识;第 2 部分介绍 Visual C++.NET 应用程序框架的建立,图形编程,图像的存取、显示与生成,以及图像的变化;第 3 部分介绍图像的 点处理,邻域处理,二值图像的处理,形态学图像处理,彩色图像的处理,轮廓跟踪与线段编码;第 4 部分介绍 CImage 仿真类的建立与图像文件的读写。

本书附有光盘,提供了演示程序的全部源代码以及处理所需的图像实例。

本书可作为计算机及相关专业数字图像处理的教材或教学参考书,也可作为电子、信息类专业的学生与科研人员在图像处理方面的参考书或程序库。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Visual C++.NET 图像处理编程/陆宗骥,金登男 编著. —北京:清华大学出版社,2006.3

(程序员书库)

ISBN 7-302-12553-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010856 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:王 永

版式设计:康 博

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

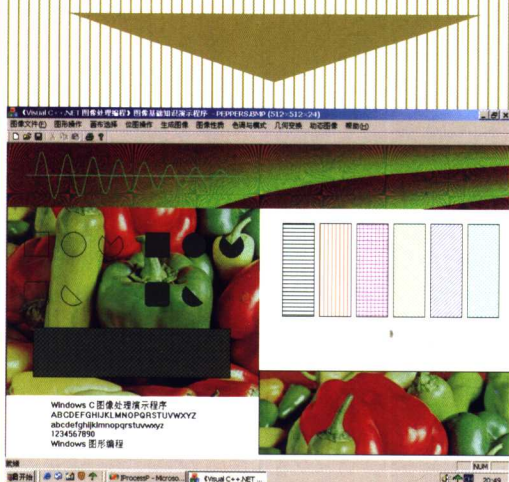
开 本:185×260 印张:28.5 字数:658 千字

版 次:2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

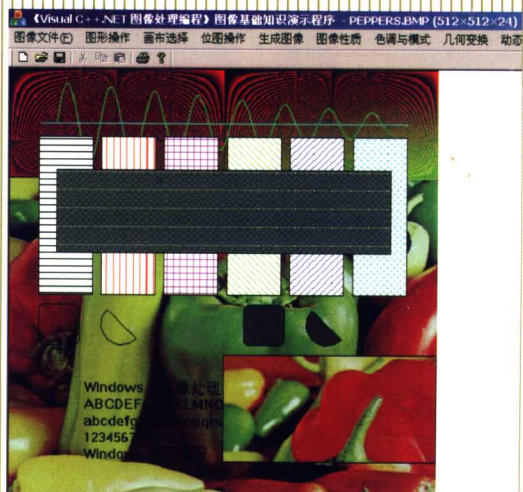
书 号:ISBN 7-302-12553-8/TP·8032

印 数:1~4000

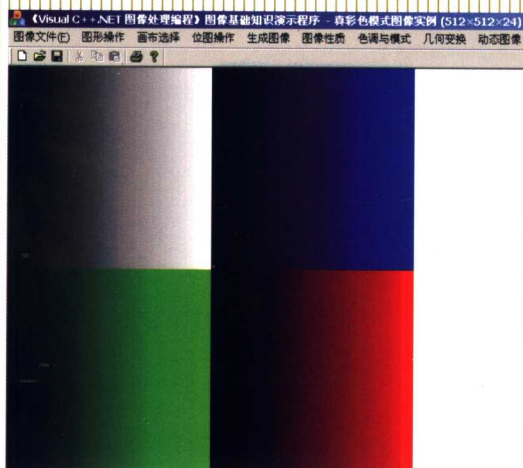
定 价:42.00 元(含光盘)



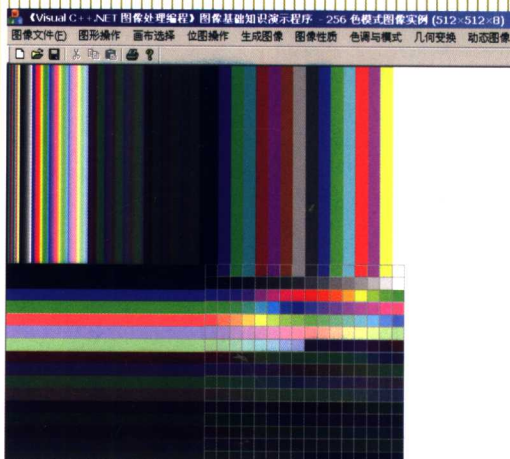
彩图 1 屏幕画布上绘制的图形



彩图 2 工作位图上绘制的图形



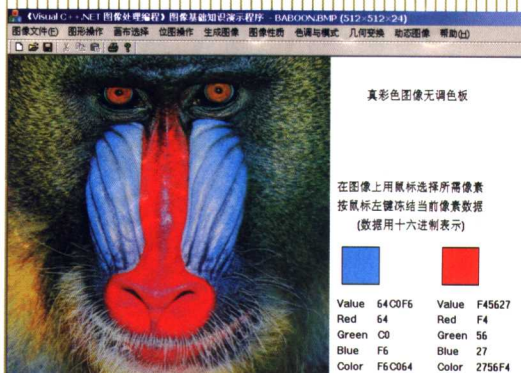
彩图 3 生成的真彩色图像



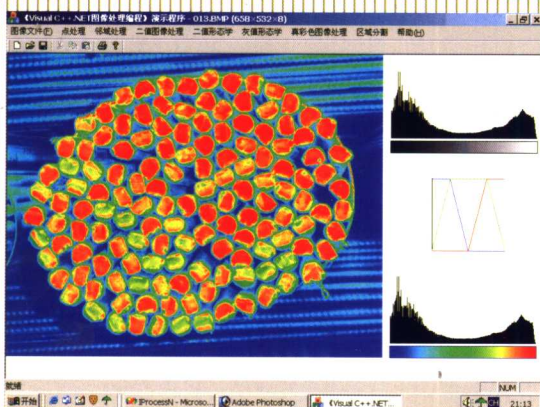
彩图 4 生成的 256 色图像



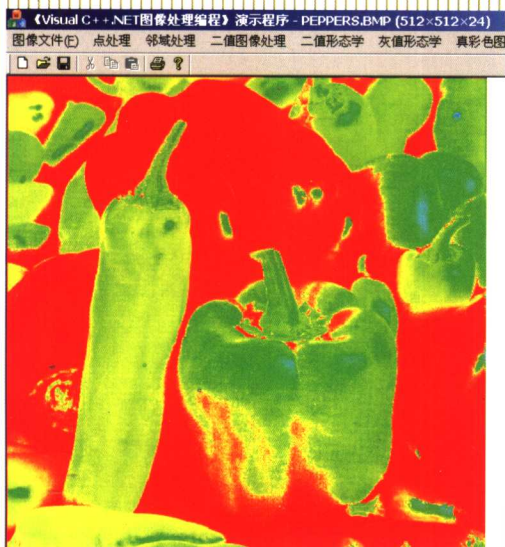
彩图 5 16 色图像单点像素数据



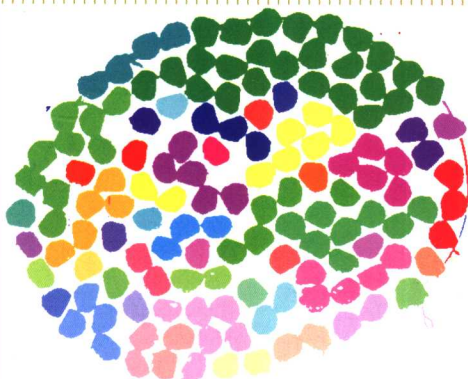
彩图 6 真彩色图像单点像素数据



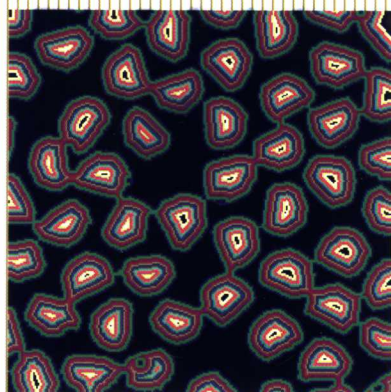
彩图 7 灰阶图像的灰度级彩色变换



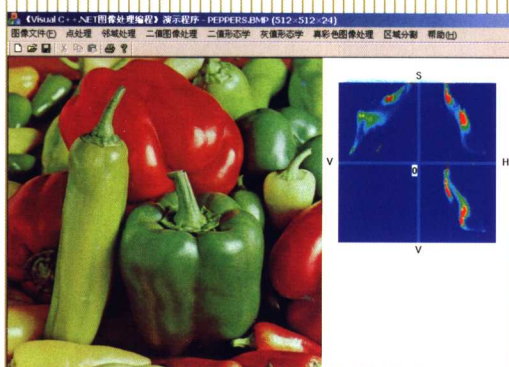
彩图 9 真彩色图像的色调分量



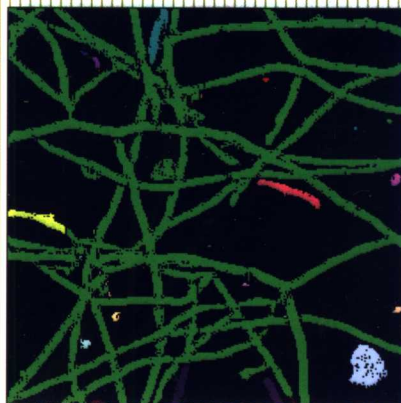
彩图 11 线段编码得到的连通区域



彩图 8 二值图像的距离变换图



彩图 10 HSV 模式的二维直方图



彩图 12 菌丝图像中菌丝的提取

前 言

本书是 2005 年年初出版的《C/C++图像处理编程》一书的姊妹书。在编写《C/C++图像处理编程》一书时我有一个观点,即图像的处理与编程环境无关。我原认为该书中的程序虽然是以 C 语言编写的,但是学好以后很容易移植到其他编程环境,譬如 Visual C++中。现在我才认识到这个观点并不全面。虽然,它对于有较好编程基础的读者来说也许是正确的,但是对于那些一开始就学习 C++编程的读者来说情况就不同了。C 语言与 C++尽管在语言结构上比较接近,但毕竟有一定的差异。对于初学者来说,阅读此书还有一定的困难,同时希望他们学完书中的编程原理后再应用到自己的工作中也不现实。因此,最好能有一本既可从中学到一些新的知识,又能花费较少精力就可拿来使用的图书。这样就萌发了为这些读者用 C++再写一本书的念头,于是决定与我校从事多年 C++教学工作的金登男副教授一起合作编写本书。

本书与《C/C++图像处理编程》在取材和编程方法方面基本相似,都是选择图像处理应用中最为常用的图像基础知识、图像增强与图像分析进行介绍,选材以便于编程实现并具有实用价值为标准。两者的差别在于后者主要是用 C 语言编写的,从原理出发一步一步编写自己的程序,除了底层少数基本子程序外基本上是“自给自足”的。而本书则是用 C++编写的,并且在编程过程中尽量使用 MFC 中的现有函数。因此,本书内容不是《C/C++图像处理编程》一书的简单翻版。

实际上,Visual C++.NET 与 Visual C++在图形、图像的编程方面并没有实质性的差异。选择 Visual C++.NET 作为本书的编程环境有以下几方面的原因。

第一,Visual Studio.NET 是一个集成了多种编程语言的开发环境,越来越多的读者以它作为学习编程和开发软件的工作平台,例如计算机专业的学生。在这个平台上,Visual C++.NET 相对于其他编程语言来说变化不大,它延续了 MFC 用于创建 Windows 应用程序的强大功能,以及高效的性能和灵活的控制性,并且有了新的基于属性的编程功能。

第二,Visual C++.NET 提供了多种常用图像文件格式(如 BMP、TIF、GIF、JPEG 与 PNG 等)的输入/输出模块。同时,ATL 中的 CImage 类又极大地简化了图像数据的操作。

第三,通过创建 Visual C++环境下的 CImage 仿真类,本书内容同样可以适用于 VC++编程环境。

最后,也是很重要的一个原因——目前国内尚没有这方面的图书。虽然也有一些已经冠名 Visual C++.NET 图像处理编程或类似书名的图书,但是编程方法还是老的一套,没有跳出设备相关位图(DDB)与设备无关位图(DIB)概念的条框,编程方法比较复杂、繁琐、低效。

Visual C++.NET 环境以 CImage 类为基础,Visual C++环境则以 Win32 中新的位图结构 DIBSECTION 为基础,只用了 CreateDIBSection、GetDIBColor-Table、

SetDIBColorTable 与 BitBlt 等 4 个 Windows GDI 函数就实现了图像的读入、显示与存储,并创建了 CImage 仿真类,完全跳出了 DDB、DIB 概念的条框,使得处理方法返朴归真、大为简化。在图像文件的读写、调色板数据的存取等方面效果尤为明显。

本书内容可分 4 个部分,第 1 部分(第 1 章)为图像基础知识,介绍了颜色模式,图像显示原理和图像文件的结构;第 2 部分(第 2~5 章)为图像编程初步,介绍了 Visual C++.NET 应用程序框架的建立,图形编程,图像的存取、显示与生成,以及图像的变化;第 3 部分(第 6~12 章)为图像处理编程,介绍了图像的点处理,邻域处理,二值图像的处理,形态学图像处理,彩色图像的处理,轮廓跟踪与线段编码;第 4 部分(第 13 和第 14 章)为 Visual C++ 图像编程,介绍了 CImage 仿真类的建立与图像文件的读写。

以 Visual C++.NET 为编程环境的读者只需阅读本书的前 12 章,对图像文件感兴趣时再阅读第 13 和第 14 章。以 Visual C++ 为编程环境的读者可在读完第 1 章之后插入阅读第 13、14 章,然后再回来接着阅读第 3 章开始的内容。

本书演示程序层次分明,上层是窗口与菜单事件的响应程序,中间层以 CImage 类表示图像,底层则采用 C 语言的二维数组结构表示图像。三者中,后者由于采用 C 语言的基本数据结构,在各种编程环境(C、C++)下都可以使用。

随书光盘提供了演示程序的源代码以及处理所需的图像实例。第 3~5 章的演示程序名为 IProcessP,第 6~12 章的演示程序名为 IProcessN,第 13 和第 14 章的演示程序名为 ImageShow。其中,前面两个演示程序是在 VC++.NET 环境下编制的,与它们对应的 Visual C++ 版本演示程序名分别为 ImageP 与 ImageN,两种版本程序的创建过程有所不同,但程序代码基本相同,而在功能上则完全一样。ImageShow 则是在 Visual C++ 环境下编制的,是图像文件的输入/输出模块,支持 BMP、TIF、GIF、PCX、TGA 与 JPEG 等 6 种常用图像文件格式。它是编制 ImageP 与 ImageN 程序的基础。这些演示程序可以作为初学者编写程序的基础。

本书可作为计算机及相关专业数字图像处理的教材或教学参考书使用,也可作为电子、信息类专业的学生与科研人员在图像处理方面的参考书或程序库。

由于本书侧重图像处理编程知识的介绍,对于图像处理理论的介绍只能是初步的,无法做到全面、完整,若需要进一步研究,请参阅有关数字图像处理的图书。

限于篇幅,对于 Visual C++.NET 与 Visual C++ 编程方面的专门知识本书只能略作介绍,不可能十分详尽,如需作进一步的了解,请参阅相关编程图书。

本书第 2 部分(第 2~5 章)由金登男编写,其余章节由陆宗骥编写。

演示程序中的菌丝图像及相关处理方法选自我的学生陈芳的硕士学位论文。

本书的编写再次得到华东理工大学教材立项的资助,对于学校教务部门的关心和支持在此深表谢意。

最后,对于清华大学出版社第五事业部策划部主任、本书的组稿编辑胡伟卷同志在出版过程中的支持和帮助表示由衷的感谢。

陆宗骥
2006 年 1 月

目 录

第 1 章 图像基础知识	1
1.1 数字图像与图像处理	1
1.1.1 图像	1
1.1.2 数字图像	3
1.1.3 图像处理的主要内容	5
1.2 颜色模式	6
1.2.1 颜色的分类和特性	6
1.2.2 RGB 颜色模式	8
1.2.3 CMYK 颜色模式	9
1.2.4 HSV(HSB、HLS)颜色模式	11
1.3 彩色图像显示原理	13
1.3.1 黑白图像显示电路	13
1.3.2 不同类型图像的显示原理	14
1.3.3 调色板	18
1.3.4 调色板原理	18
1.3.5 电视图像采集卡	21
1.3.6 图像数据的存储、传送和处理	21
1.4 图像文件概述	23
1.4.1 图像文件	23
1.4.2 图像文件的结构	23
1.4.3 图像文件的常用参数	24
1.4.4 图像文件的类型	25
1.4.5 图像显示与存储的过程	26
1.4.6 不同显示格式间像素数据的转换	27
1.5 BMP 图像文件	31
1.5.1 BMP 文件的结构	31
1.5.2 位图文件头与位图信息头	32
1.5.3 主要参数	32
1.5.4 图像文件读入内存与显示	33
第 2 章 建立应用程序框架	36
2.1 创建 Visual C++.NET 程序	36
2.1.1 新建 Visual C++.NET 项目	36
2.1.2 选择应用程序类型	37

2.2	建立菜单	38
2.2.1	添加菜单资源	38
2.2.2	插入顶层菜单项	39
2.2.3	添加菜单项	39
2.2.4	添加命令处理函数	40
2.3	鼠标与键盘事件的响应	41
2.3.1	处理鼠标键消息	41
2.3.2	捕获鼠标	44
2.3.3	处理键盘消息	44
第 3 章	Visual C++图形编程	47
3.1	设备环境类(CDC)	47
3.1.1	图形设备接口与设备环境	47
3.1.2	MFC 应用程序的绘制操作对象	49
3.1.3	映像模式和坐标系统	50
3.1.4	在窗口用户区绘图	50
3.1.5	设备环境的主要属性	51
3.1.6	绘制图形演示程序	52
3.2	画笔与线条图的绘制	53
3.2.1	创建画笔	53
3.2.2	线条图绘制函数	55
3.2.3	线条绘制实例	56
3.3	画刷与区域填充	58
3.3.1	创建画刷	58
3.3.2	封闭曲线绘制函数	60
3.3.3	区域填充实例	61
3.4	字体与文本的显示	62
3.4.1	创建字体	62
3.4.2	库存字体	64
3.4.3	文本绘制函数	64
3.4.4	文本显示实例	65
3.5	位图与位块的处理	66
3.5.1	建立位图	66
3.5.2	位块函数	66
3.5.3	位块函数实例	68
第 4 章	图像的存取、显示与生成	71
4.1	位图与 CImage 类	71
4.1.1	位图	71

4.1.2	两种位图的差异	72
4.1.3	CImage 类	74
4.1.4	演示程序	76
4.1.5	图像的输入/输出	77
4.2	画布	80
4.2.1	画布(绘图表面)	80
4.2.2	窗口画面的备份与清除	83
4.2.3	不同画布间数据的传递	84
4.2.4	演示程序	88
4.3	图像处理基本子程序	90
4.3.1	图像数据的存取	90
4.3.2	函数原型及其实现	95
4.3.3	演示程序	99
4.4	像素与调色板数据的存取	104
4.4.1	生成图像及修改调色板演示程序	104
4.4.2	真彩色图像的生成	105
4.4.3	256 色彩色图像的生成	106
4.4.4	调色板数据的修改	110
第 5 章	图像的变化	114
5.1	色调与模式的变化	114
5.1.1	图像色调的变换	114
5.1.2	图像模式的转换	117
5.1.3	演示程序	121
5.2	简单几何变换	122
5.2.1	像素与行的复制	122
5.2.2	图像的镜像	123
5.2.3	图像的马赛克	124
5.2.4	图像的整数倍缩放	125
5.2.5	图像的 90° 旋转	127
5.2.6	添加命令	129
5.3	图像的非整数倍缩放与任意角旋转	131
5.3.1	图像的几何变换	131
5.3.2	非整数倍缩放	133
5.3.3	任意角旋转	134
5.3.4	添加命令	137
5.4	图像位置的变化	138
5.4.1	动态图像显示原理	138
5.4.2	添加命令	140

5.4.3	矩形区域的选择	140
5.4.4	图像块的操作	143
5.4.5	图像像素数据的显示	150
第 6 章	图像的点处理	153
6.1	像素数据的结构与演示程序框架	153
6.1.1	像素数据的数据结构	153
6.1.2	图像处理演示程序框架	156
6.2	图像的投影与平均定位	158
6.2.1	投影与平均定位	158
6.2.2	添加命令	161
6.3	灰度直方图	161
6.3.1	图像的灰度直方图	161
6.3.2	直方图的绘制	163
6.3.3	添加命令	166
6.4	图像的灰度变换	167
6.4.1	灰度变换	167
6.4.2	图像的伪彩色显示	168
6.4.3	灰度变换的实现	169
6.4.4	添加命令	174
6.5	图像与图像的运算	175
6.5.1	图像与图像的代数运算	175
6.5.2	图像去背景	176
6.5.3	添加命令	179
第 7 章	图像的邻域处理	181
7.1	邻域与卷积	181
7.1.1	邻域处理	181
7.1.2	图像卷积	182
7.2	图像平滑	185
7.2.1	平滑去噪声	185
7.2.2	邻域平均	186
7.2.3	中值滤波	187
7.2.4	演示程序	189
7.3	一阶微分边缘检测	192
7.3.1	边缘检测	192
7.3.2	带方向的边缘检测	195
7.3.3	演示程序	198

7.4	二阶微分边缘检测	201
7.4.1	Laplacian 边缘检测	201
7.4.2	孤立点、细线与线条的检测	203
7.4.3	Laplacian 边缘增强	205
7.4.4	高斯型 Laplacian 边缘检测(LoG)	206
7.4.5	程序实现	206
7.4.6	演示程序	208
7.5	灰阶边缘的细化	209
7.5.1	灰阶边缘的单点化	209
7.5.2	Sobel 边缘细化	210
7.5.3	程序实现	211
7.5.4	演示程序	214
第 8 章	二值图像的处理	215
8.1	图像的二值化	215
8.1.1	对象与背景的分离	215
8.1.2	二值化方法	217
8.1.3	波形分析法	220
8.1.4	判别函数法	222
8.2	二值化的实现	227
8.2.1	二值化函数	227
8.2.2	演示程序	235
8.2.3	处理实例	240
8.3	非线性边缘检测	241
8.3.1	反射成像模型	241
8.3.2	光密度与对比灵敏度	242
8.3.3	非线性边缘检测	243
8.3.4	程序实现	245
8.3.5	演示程序	246
8.4	线条细化	247
8.4.1	二值图像中像素的性质	247
8.4.2	线条细化的实现	248
8.4.3	程序实现	249
8.4.4	演示程序	251
8.5	距离变换	253
8.5.1	距离变换模板	253
8.5.2	实现程序	255
8.5.3	演示程序	257

第 9 章 形态学图像处理	259
9.1 形态学基本运算	259
9.1.1 边界与膨胀、腐蚀	259
9.1.2 膨胀、腐蚀的实现	261
9.1.3 开运算、闭运算与骨架	263
9.1.4 演示程序	265
9.2 形态学运算的集合论定义	269
9.2.1 膨胀与腐蚀	269
9.2.2 开运算与闭运算	271
9.2.3 形态学细化	272
9.2.4 模式法细化	275
9.2.5 演示程序	279
9.3 灰值形态学	280
9.3.1 灰阶图像的形态学运算	280
9.3.2 灰值形态学的应用	280
9.3.3 演示程序	281
第 10 章 彩色图像的处理	287
10.1 RGB 与 HSV 颜色模式间的转换	287
10.1.1 模式间的转换	287
10.1.2 颜色分量的提取	290
10.1.3 颜色轮与选色平面的绘制	293
10.1.4 演示程序	295
10.2 彩色图像的直方图	297
10.2.1 彩色图像的一维直方图	297
10.2.2 二维直方图	300
10.2.3 演示程序	303
10.3 真彩色图像的减色处理	305
10.3.1 减色处理	305
10.3.2 八叉树颜色量化算法	306
10.3.3 程序实现	308
10.3.4 演示程序	312
10.4 彩色图像的边缘检测	313
10.4.1 彩色图像的边缘	313
10.4.2 YIQ 与 L*a*b*颜色模式	313
10.4.3 程序实现	315
10.4.4 演示程序	320

第 11 章 轮廓跟踪	323
11.1 链码表与线段表	323
11.1.1 区域的两种表示方法	323
11.1.2 链码表	324
11.1.3 线段表	325
11.1.4 区域参数的计算	326
11.2 轮廓跟踪原理	329
11.2.1 二值化表	329
11.2.2 多区域跟踪	330
11.2.3 单区域跟踪	331
11.2.4 链码表至线段表的转换	334
11.2.5 不同类型的跟踪	338
11.2.6 演示程序	342
11.3 区域参数测量与图像模板制作	346
11.3.1 三点链码和及其计算方法	346
11.3.2 边界的基本参数	348
11.3.3 徒手画制作图像模板	349
11.3.4 鼠标管理	353
11.3.5 演示程序	354
第 12 章 线段编码	359
12.1 线段编码原理	359
12.1.1 像素标记法	359
12.1.2 行程编码与线段	360
12.1.3 线段编码的步骤	360
12.1.4 程序实现	362
12.1.5 区域数据索引	366
12.1.6 演示程序	367
12.2 区域种子点的搜索	371
12.2.1 区域内核与种子点	371
12.2.2 种子点的搜索	372
12.2.3 种子点搜索步骤	373
12.2.4 程序实现	373
12.2.5 演示程序	376
12.3 极限腐蚀与条件膨胀	379
12.3.1 粘连区域的分割	379
12.3.2 条件膨胀中像素的连接数	380
12.3.3 编程原理	381
12.3.4 程序实现	383

12.3.5	演示程序	387
12.3.6	处理实例	389
第 13 章	CImage 仿真类的建立	390
13.1	Win32 图像处理函数	390
13.1.1	Win32 中新增的 DIB 函数	390
13.1.2	DIBSECTION	391
13.1.3	调色板数据的存取	392
13.1.4	位块传输操作	393
13.2	CImage 仿真类	394
13.2.1	VC++ 编程环境功能的扩展	394
13.2.2	CImage 仿真类的定义	395
13.2.3	CImage 仿真类的实现	396
13.3	图像文件的读写与显示	401
13.3.1	演示程序的建立	401
13.3.2	图像文件的读写	402
13.3.3	图像的显示	404
第 14 章	图像文件读写	406
14.1	概述	406
14.1.1	图像文件的读写过程	406
14.1.2	BMP 文件的读写	407
14.1.3	其他格式图像文件的读写	408
14.2	TGA 图像文件	409
14.2.1	TGA 文件的结构	409
14.2.2	文件头结构	410
14.2.3	主要参数	411
14.2.4	TGA 文件的读写	411
14.3	GIF 图像文件	414
14.3.1	GIF 文件的结构	414
14.3.2	主要参数	415
14.3.3	GIF 文件的读写	416
14.4	PCX 图像文件	418
14.4.1	PCX 文件的结构	418
14.4.2	文件头结构	419
14.4.3	主要参数	420
14.4.4	行程编码	421
14.4.5	PCX 文件的读写	423

14.5	TIF 图像文件	426
14.5.1	TIF 文件的结构	426
14.5.2	文件内部的数据结构	427
14.5.3	数据编码	428
14.5.4	主要参数	430
14.5.5	TIF 文件的读写	430
14.6	JPEG 图像文件	436
14.6.1	JPEG 文件简介	436
14.6.2	JPEGLIB2 函数库	436
14.6.3	JPEG 文件的读写	437
	参考文献	440

第 1 章 图像基础知识

本章要点:

- 数字图像的基本概念、图像处理的主要内容
- 颜色的特性、颜色轮及 3 种颜色模式
- 图像显示原理、调色板原理、各种显示模式下图像数据的存储格式
- 图像文件的结构及主要参数, 不同类型图像间像素数据的转换
- BMP 图像文件

1.1 数字图像与图像处理

1.1.1 图像

1. 图像及图像的类型

图像是记录在介质上的客观景物的映像, 如照片、电影、电视等。当用数学方法描述一幅图像时, 常常着重考虑它的点的性质, 它可以被看成是各个坐标点上光强度的集合, 图像上的点通常称为像素(Pixel)。图像的最普遍的数学表达式为

$$I=f(x, y, z, \lambda, t) \quad (1.1.1)$$

其中, x 、 y 、 z 为空间坐标, λ 为波长, t 为时间, I 为像素上的光强度。采用不同的自变量和光强度范围可得到不同类型的图像, 如表 1-1 所示。

表 1-1 不同类型的图像及其参数

图像类型	坐标/ (x, y)	坐标/ z	波长/ λ	时间/ t	光强度/ I	实 例
黑白二值图像	*				黑色与白色	普通印刷品
黑白灰阶图像	*				多层次	黑白照片
彩色图像	*		红、绿、蓝		多层次	彩色照片
多光谱图像	*		4~7 谱段		多层次	遥感照片
立体图像	*	左、右视图			多层次	航测照片
动态序列图像	*		(*)	*	多层次	电视图像

注: 表中 * 表示该类图像需要此参数, 带括号时表示此参数可有可无。

从结构上看, 最基本的图像是黑白灰阶图像(如黑白照片), 它可以看成光强度的二维函数, 黑白图像像素的光强度通常称为灰度, 灰度可在最亮值和最暗值之间取值。