

Visual C++ 数字图像处理

谢凤英 赵丹培 主编
姜志国 主审

- **基础性**：简单而全面地介绍了图像处理技术中各主要研究内容的理论基础。
- **实用性**：以理论和编程实践相结合的方式介绍了图像处理技术的大部分常用算法。
- **便捷性**：所有算法都在基于MFC的应用程序框架下用C++编程实现，存放在本书随附的光盘中。这些代码模块性强，读者拿来即可使用。
- **时代性**：本书由多年从事数字图像处理教学和科研工作的北航骨干教师编写，书中的例子多源于图像中心近年来的课题研究，内容新颖，反映了当前图像处理技术的发展及时代的需求。



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



Visual C++ 数字图像处理

谢凤英 赵丹培 主编
姜志国 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书配合图像处理专业理论性书籍的内容,从程序设计角度介绍了各种图像处理技术的典型算法及在 VC++环境下的代码实现,并通过典型案例的介绍将各种图像处理技术集成起来。全书内容共分 10 章,分别介绍了基础知识(包括颜色表、色彩空间、设备相关位图、设备无关位图及 `ImgCenterDib` 类的实现)、图像的灰度变换、图像的几何变换、图像的变换域处理、图像增强处理、图像分割、图像复原、图像的形态学处理、运动图像分析及其应用、图像配准及典型案例、算法实现等。

本书以实践为导向,以实用为目标,来介绍这些重要的数字图像处理技术,同时详细地介绍如何用 Visual C++编程实现这些典型及常用算法,并结合实际应用案例,使读者掌握用 Visual C++进行图像处理编程的基本方法和技巧。

本书适合入门图像处理技术的初学者阅读,也适合作为正在研究数字图像处理的研究人员的参考书,还适合作为在校大学生及研究生的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Visual C++数字图像处理 / 谢凤英, 赵丹培主编. —北京: 电子工业出版社, 2008.9

ISBN 978-7-121-06748-8

I. V… II. ①谢… ②赵… III. ①C 语言—程序设计 ②数字图像处理 IV. TP312 TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 073955 号

责任编辑: 葛 娜

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 33.75 字数: 715 千字 彩插: 4

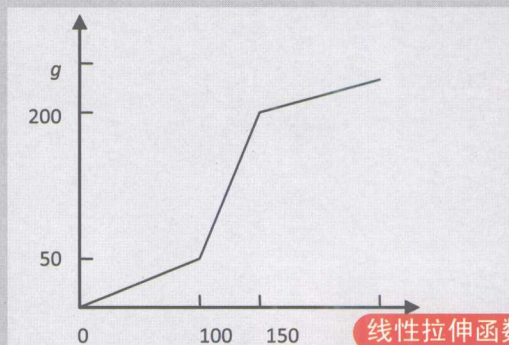
印 次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 62.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

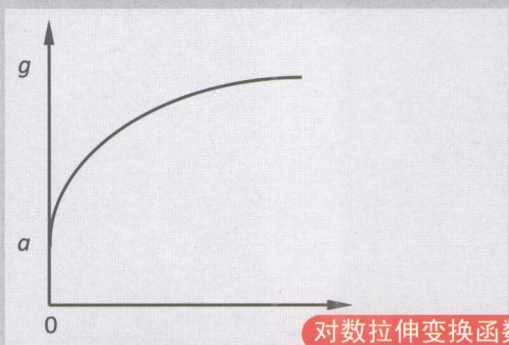
服务热线:(010) 88258888。



线性拉伸函数



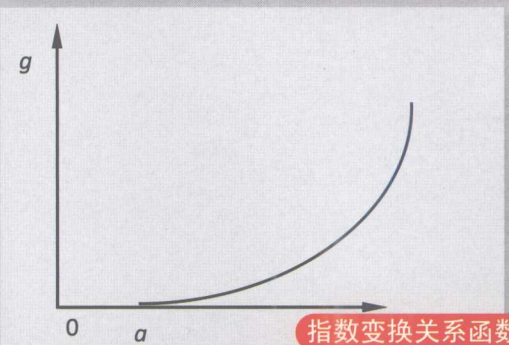
线性拉伸结果



对数拉伸变换函数



对数拉伸结果 $a=0.5$, $b=0.033$, $c=2$



指数变换关系函数



指数拉伸结果 $a=128$, $b=2$, $c=0.6$

几何变换处理



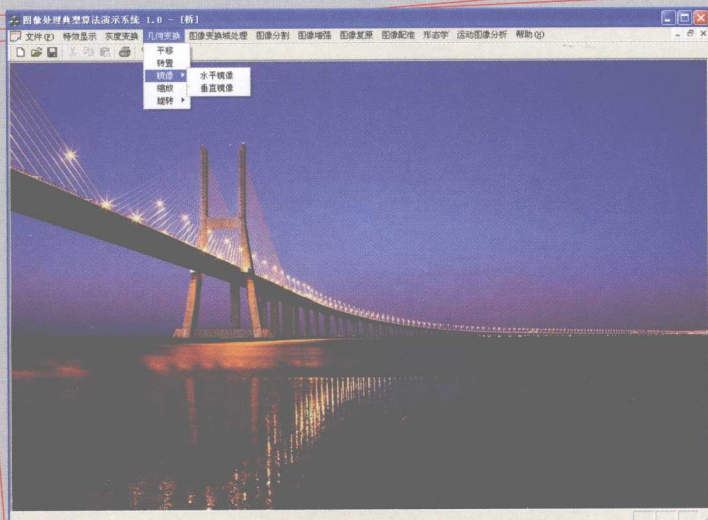
水平镜像



垂直镜像

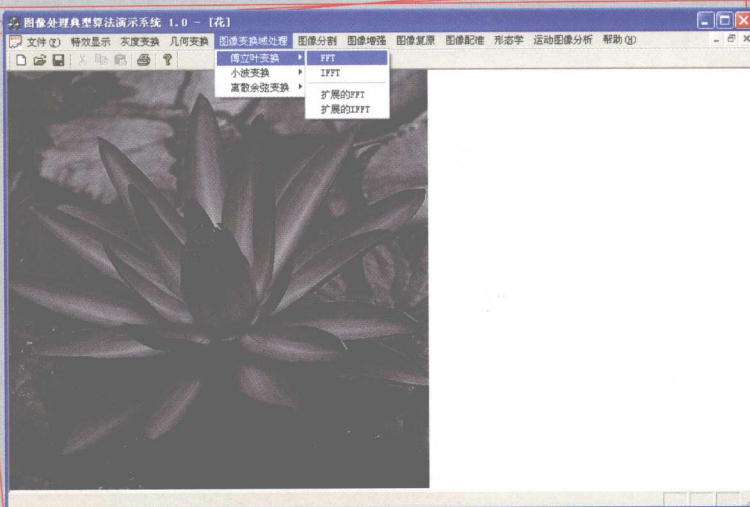


平移



顺时针旋转10度

图像变换域处理



傅里叶变换



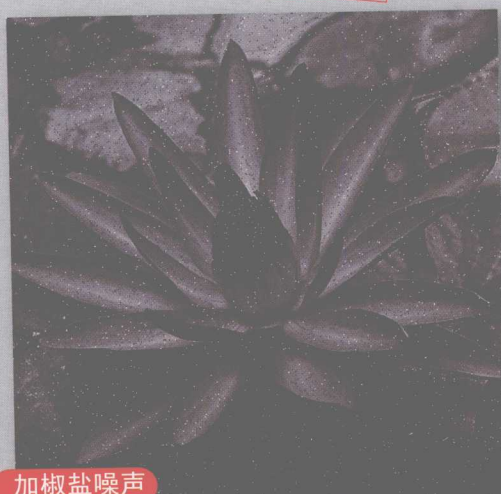
离散余弦变换



小波变换



加高斯噪声



加椒盐噪声

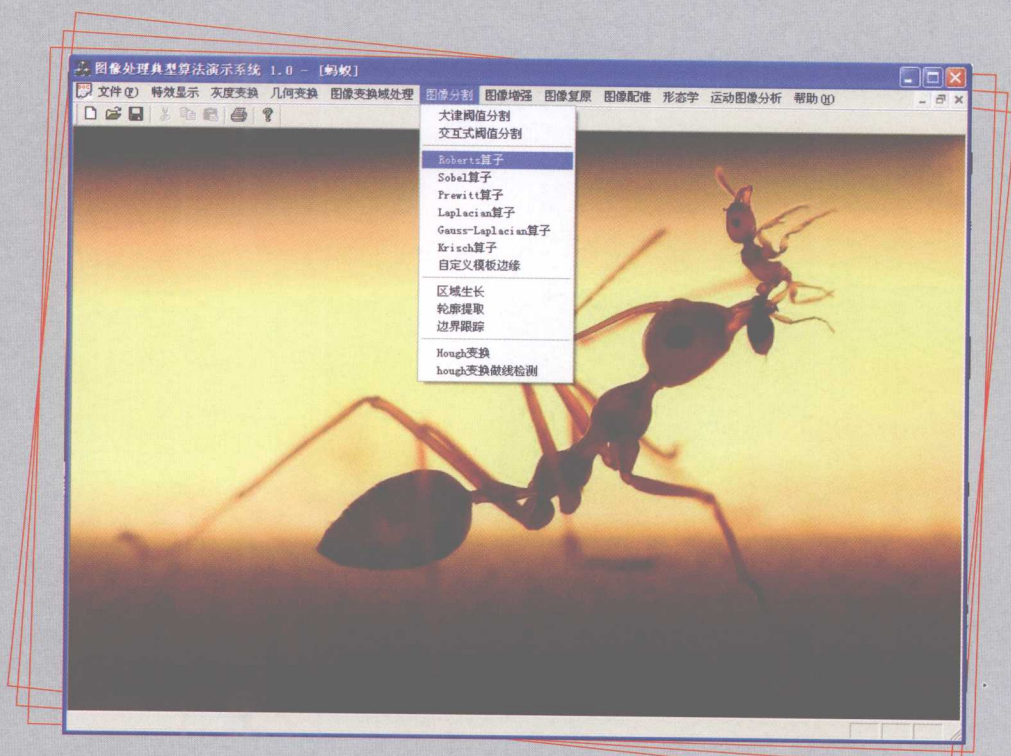


均值平滑



梯度锐化

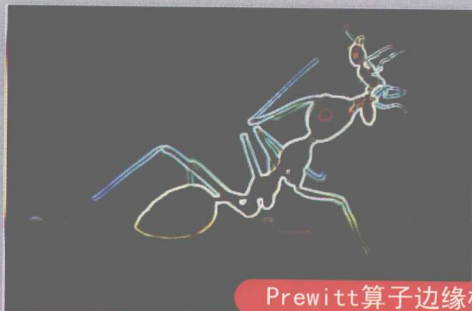
边缘检测



Roberts算子边缘检测



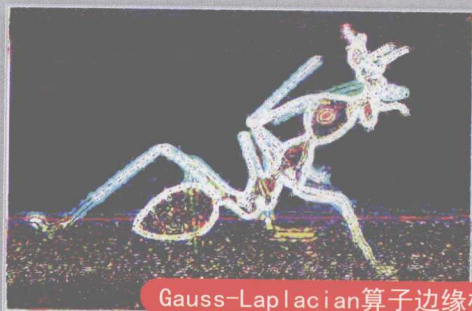
Sobel算子边缘检测



Prewitt算子边缘检测



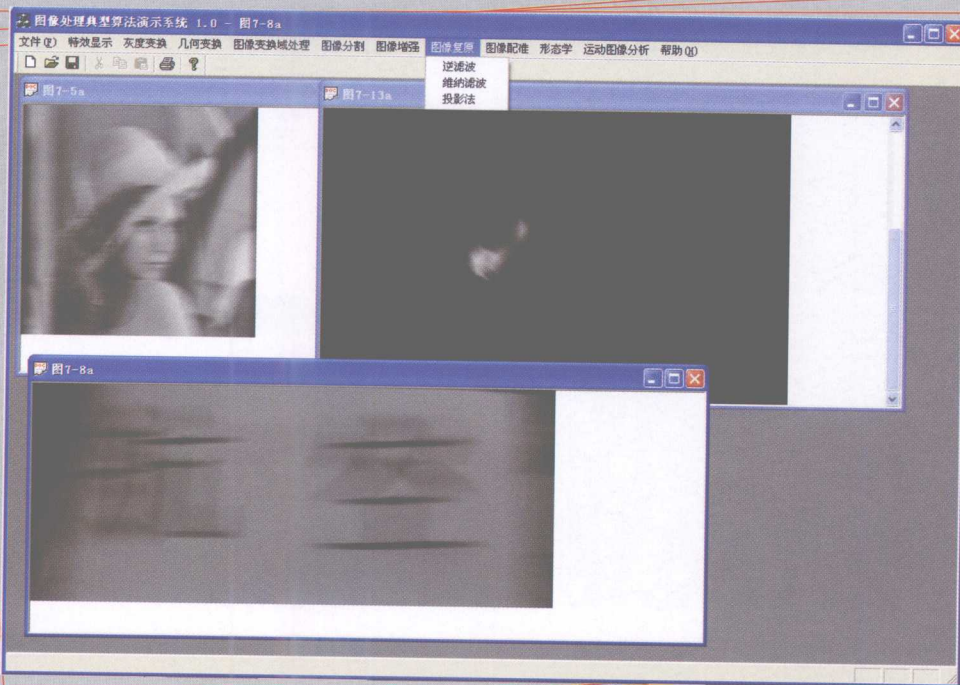
Laplacian算子边缘检测



Gauss-Laplacian算子边缘检测



Krish算子边缘检测



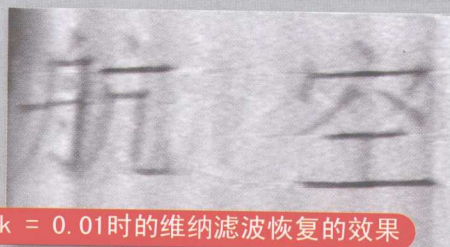
模糊Lena图像



逆滤波恢复效果



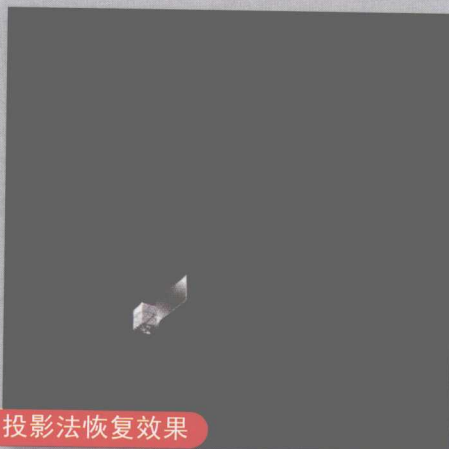
实际拍摄的含有噪声的图像



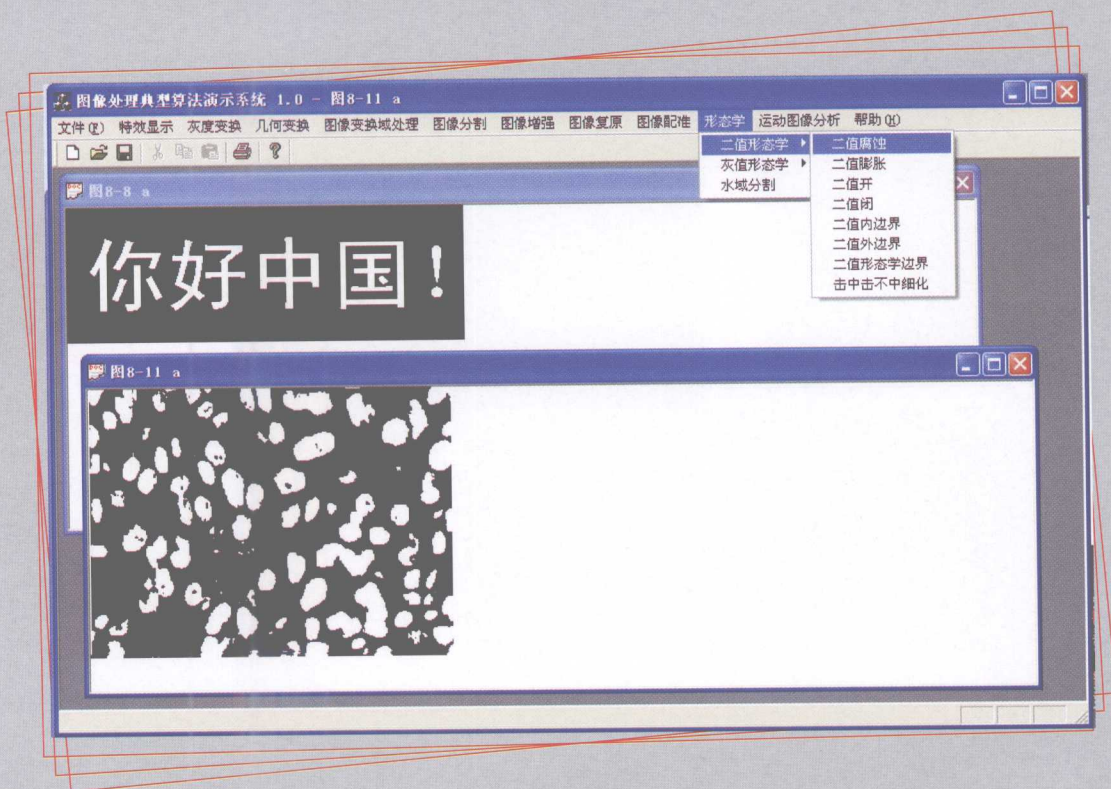
$k = 0.01$ 时的维纳滤波恢复的效果



运动模糊图像



投影法恢复效果



你好中国!

二值腐蚀

你好中国!

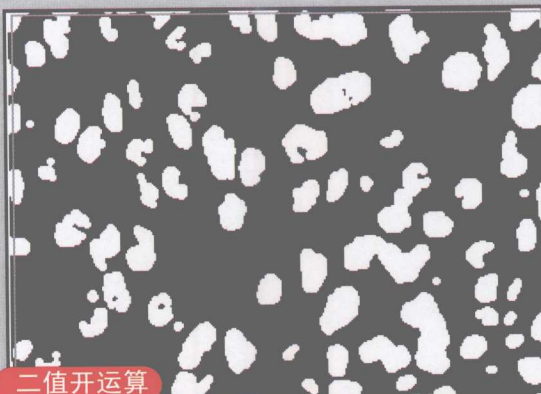
二值膨胀

你好中国!

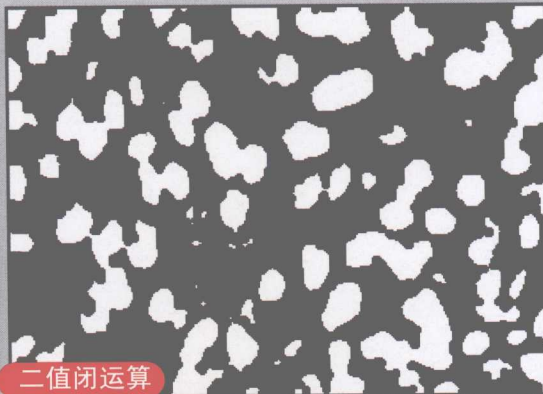
二值形态学边界

你好中国!

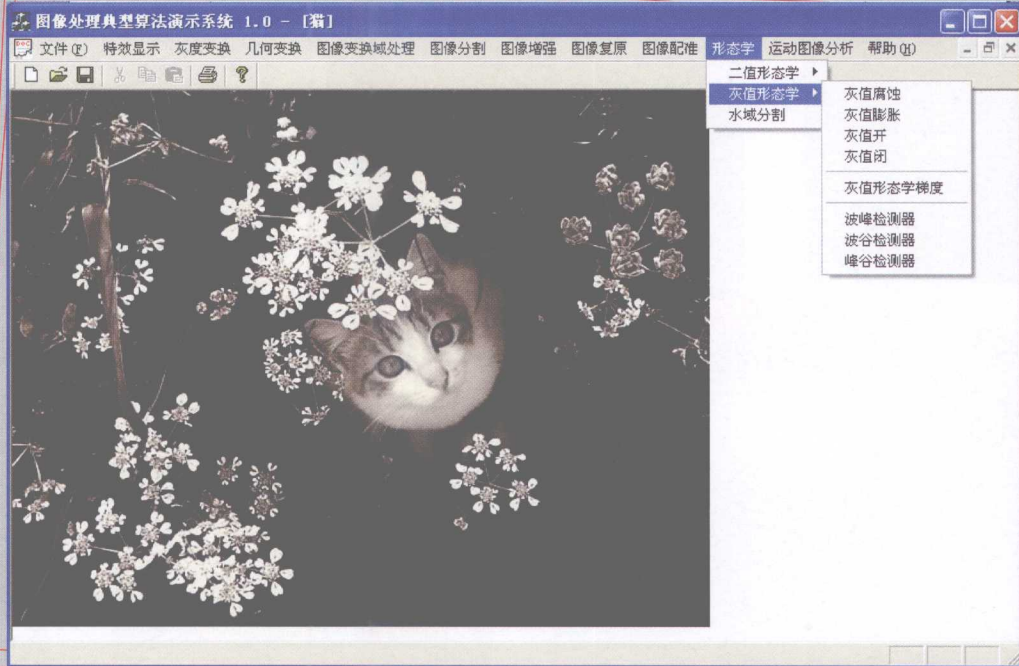
利用击中击中不中变换细化



二值开运算



二值闭运算



灰值腐蚀



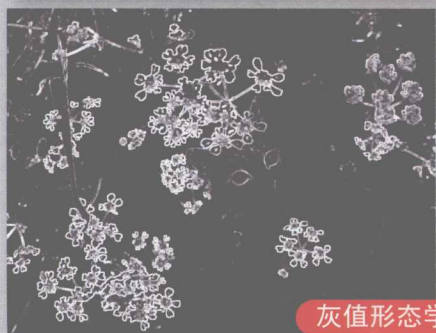
灰值膨胀



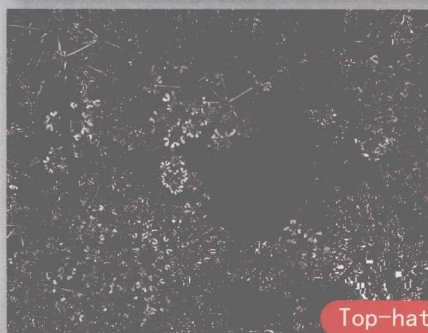
灰值开运算



灰值闭运算

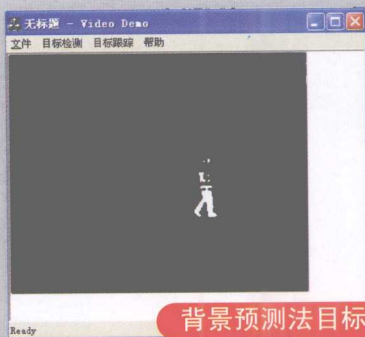


灰值形态学梯度



Top-hat变换

视频图像目标检测与跟踪



背景预测法目标检测



帧间差分法目标检测

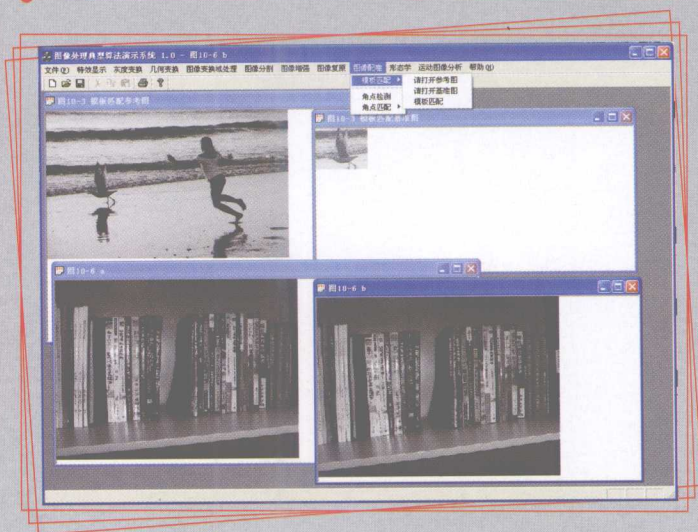


Mean Shift法目标跟踪

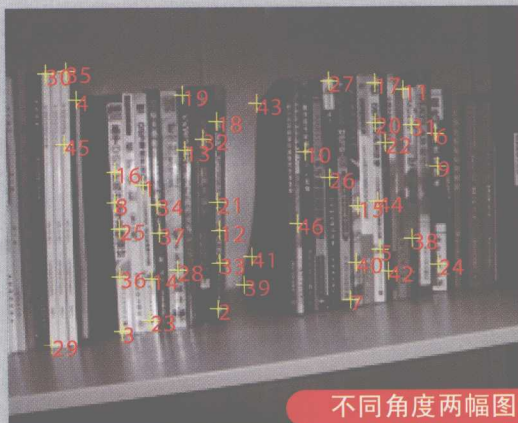


重心法多目标跟踪

图像配准处理



基准图及其在参考图中的模板匹配结果



不同角度两幅图像的角点匹配结果

前言

近几十年, 数字图像处理技术得到了飞速的发展, 正逐渐成为其他科学技术领域中不可缺少的一项重要工具。数字图像处理的应用领域越来越广泛, 从空间探索到微观研究, 从军事领域到工农业生产, 从科学教育到娱乐游戏, 越来越多的领域用到了数字图像处理技术。

作为一门实用而综合性的边缘学科, 图像处理技术研究的内容主要包括图像变换、图像增强与复原、图像分割、图像的配准以及运动图像分析等。本书将以实践为导向, 以实用为目标来介绍这些重要的数字图像处理技术, 在介绍数字图像处理技术基础理论及算法原理的同时, 重点详细地介绍如何用 Visual C++ 编程实现这些典型及常用算法, 并结合实际应用, 介绍作者所在实验室近年来在研究中总结出来的一些经典案例, 尽量做到理论、应用与实际编程的紧密结合, 使读者掌握用 Visual C++ 进行图像处理编程的基本方法和技巧。

本书主要内容

本书通过理论和编程实践相结合的方式系统地介绍数字图像处理技术, 在基于 MFC 的应用程序框架下实现这些算法技术, 使读者通过学习本书能够达到学以致用的目的。本书共分 10 章。各章的内容如下:

章 名	主要内容	页码
第 1 章 Visual C++ 数字图像编程基础	主要介绍了使用 Visual C++ 进行图像处理编程的一些基本概念, 其中包括调色板、设备相关位图、设备无关位图等, 除此之外, 还设计了一个能用来操作 DIB 位图的 ImgCenterDib 类, 后面的章节所介绍的算法都在这个 ImgCenterDib 类的基础上实现, 从面向对象程序设计的角度来讲述这些图像处理算法的实现过程。	1
第 2 章 图像的灰度变换	介绍图像灰度变换的概念、原理及典型算法, 包括二值化和阈值处理, 直方图的概念、绘制及直方图均衡, 灰度的线性变换和灰度拉伸等。	58
第 3 章 图像的几何变换	介绍几何变换的基本概念及典型算法, 包括图像的缩放、旋转、平移、转置及镜像等变换, 介绍图像几何校正的概念及典型校正算法, 以及为了解决几何变换和校正问题所涉及的图像插值, 包括近邻、双线性及立方卷积插值等。	109
第 4 章 图像的变换域处理	变换域的处理方法使得各种图像处理技术得以在变换域空间实现, 该部分内容重点介绍傅里叶变换与反变换, 离散余弦变换和小波变换的基本原理与算法实现, 并结合小波变换的多分辨分析特性, 介绍小波变换在图像去噪中的应用实例。	161
第 5 章 图像的增强技术	介绍图像获取过程中噪声的产生、噪声模型、信噪比的定义以及如何实现图像中随机噪声和高斯噪声的添加过程; 同时, 针对不同的应用需求和算法特点分别介绍了图像的灰度修正方法、空间域平滑方法以及图像的锐化方法等。	236
第 6 章 图像的分割技术	介绍经典的阈值分割、边缘检测和区域生长算法, 介绍 Hough 变换的实现以及目标轮廓的提取与跟踪技术等。	279

续表

章 名	主要内容	页码
第 7 章 图像的复原技术	以运动模糊图像复原的基本原理和图像退化模型的建立为切入点, 重点对运动模糊图像的形成过程、匀速直线运动的退化模型及点扩散函数的参数确定问题进行了详细介绍, 并根据算法的不同性能, 分别介绍了逆滤波法、维纳滤波法、RL 法和投影恢复方法在图像复原中的具体应用。为了更好地评价图像的复原质量, 也介绍了图像复原方法的质量评价指标。	340
第 8 章 图像的形态学处理	介绍数学形态学的概念, 腐蚀、膨胀、开闭运算等形态学基本运算, 介绍形态学梯度、Top-Hat 变换及流域分割等灰值形态学处理方法。	367
第 9 章 运动图像分析及其应用技术	介绍运动的定义、分类、表达方式和运动分析中涉及的主要内容, 详细介绍了利用频域下的平移运动参数估计方法实现运动目标检测的基本原理、静态背景和动态背景下的运动目标检测方法和基于 mean shift 的运动目标跟踪方法, 从不同角度分析了运动分析在应用过程中涉及的关键问题, 并结合了电视跟踪测量系统中的典型应用实例。	438
第 10 章 图像的配准技术	介绍图像配准的定义以及图像配准过程中的关键问题, 介绍了模板匹配的原理以及三种相关性测度的选择方法, 在基于特征点的配准方法中, 介绍了 Harris 角点的提取及基于特征点的匹配算法, 针对变换域的处理方法, 介绍了基于傅里叶变换的相位相关配准方法并给出了应用实例。	484

本书特点和优势

由于数字图像处理技术的应用已经渗透到社会上的各个领域, 因此各种数字图像处理的书籍也在不断推出以满足市场的需求。北京航空航天大学宇航学院图像处理中心是北航最早研究图像处理技术的实验室, 经过多年的研究, 积累了大量的理论和工程经验。图像处理中心承担研究生“数字图像处理”课程的教学任务已有二十几年, 目前参与该课程讲授的教师也由原来的一位增加至三位, 任课教师各尽所长, 课程内容既有基础理论, 又有当前国际前沿发展以及典型案例介绍。多年的教学积累, 该课程逐渐形成了算法理论、动手实践和技术应用相结合的风格。由于目前现有的图像处理书籍很难满足我们既有理论深度同时又有丰富实验案例的教学需要, “数字图像处理”教学组根据该课程的教学特点以及该专业研究人员在课题研究中的需要, 集中精力编写了本书。与同类书籍相比, 本书具有以下特点:

- **基础性:** 本书在章节内容的安排上与通常的图像处理理论书内容相一致, 简单而全面地介绍了图像处理技术中各主要研究内容的理论基础, 可以作为图像处理课程实验教学的配套书籍来配合理论课的教学。
- **实用性:** 本书以理论和编程实践相结合的方式介绍了图像处理技术的大部分常用算法, 通过本书的学习, 读者可以熟练掌握 Visual C++ 环境下的图像编程技术。同时, 书中所涉及的代码都是对常用或典型图像处理算法的模块式开发, 因此该书还可以作为一本通用的图像算法字典供各个层次的研究人员查阅。
- **便捷性:** 本书的所有算法都在基于 MFC 的应用程序框架下用 C++ 编程实现的, 存

放在本书随附的光盘上，读者可以直接调用相关函数进行算法验证，同时，还可以在这个框架的基础上进一步开发，进行各种图像处理相关的实验。

- **综合性：**书中列举了大量的工程应用案例，这些案例的分析和讲解是前面各种图像处理算法的综合运用。通过该书的学习，可以使读者理论与实际相结合，对图像处理技术有一个更高层次的理解和认识。
- **时代性：**本书由多年从事数字图像处理教学和科研工作的教师编写，书中的例子大多源于图像中心近年来的课题研究，这部分内容的阐述反映了当前图像处理技术的发展及时代的需求。

本书读者对象

由于本书所介绍的所有图像处理算法都是用 Visual C++来实现的，所以读者最好具备一定的 Visual C++编程基础。本书在介绍如何使用 Visual C++编程工具实现数字图像处理算法的同时，也会提供一定的理论内容分析，而且内容结构的安排由浅入深，因此本书适合入门图像处理技术的初学者。

本书提供了图像处理技术大部分常用算法的代码实现，这些算法最后集成为一个统一的应用程序框架，读者可以在这个框架下进行算法验证乃至二次开发。因此如果你是正在研究数字图像处理的研究人员，本书是最值得你珍藏的参考书籍。

本书由从事多年数字图像处理教学的高校老师编写，是笔者多年教学经验的总结，因此非常适合作为在校大学生及研究生的参考书籍。

致谢

本书的编写得到了主讲该课程 11 年的姜志国教授的大力支持和指导。全书由该课程另外两位任课教师谢凤英和赵丹培共同执笔编写，其中第 1、2、3、6、8 章、第 10 章 10.1 至 10.4 节、第 4 章 4.1 节由谢凤英执笔并进行相应的算法实现，第 5、7、9 章、第 4 章 4.2 和 4.3 节、第 10 章 10.5 节由赵丹培执笔并进行相应的算法实现。在本书编写的过程中，温才燚工程师从技术和应用需求的角度给予了无私的指导，并提出了很多宝贵的意见和建议，实验室博士生冯昊对第 7、9 章进行了代码的整理和验证工作，研究生徐斌对第 1 章 1.5 节进行了算法实现工作，高越对第 4 章 4.2 和 4.3 节以及第 5 章进行了代码的调试和验证工作，雒建卫对第 10 章 10.4 节进行了算法实现工作，硕士毕业生江龙对第 9 章进行了代码调试工作，对于以上人员，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在一些不足和错误之处，敬请读者批评指正。

光盘说明

本光盘中的资料分两个文件夹存放：

(1) “各章测试图”文件夹存放本书各章需要处理的相关图像或者视频文件。如图 1 所示为第 2 章提供的需要处理的图像；如图 2 所示为第 9 章提供的“静态背景运动目标”视频演示。

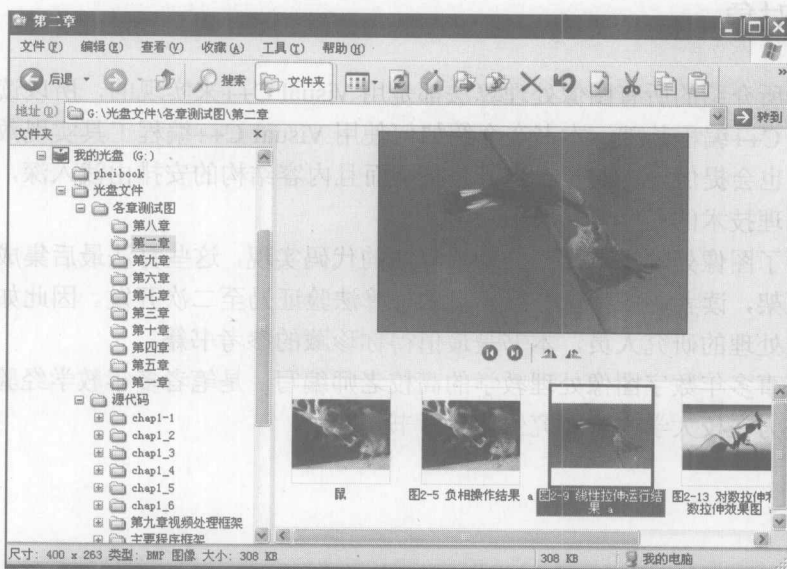


图 1



图 2

(2) “源代码”文件夹存放本书各章的源代码，已经通过测试，读者编译后即可运行（见图 3）。

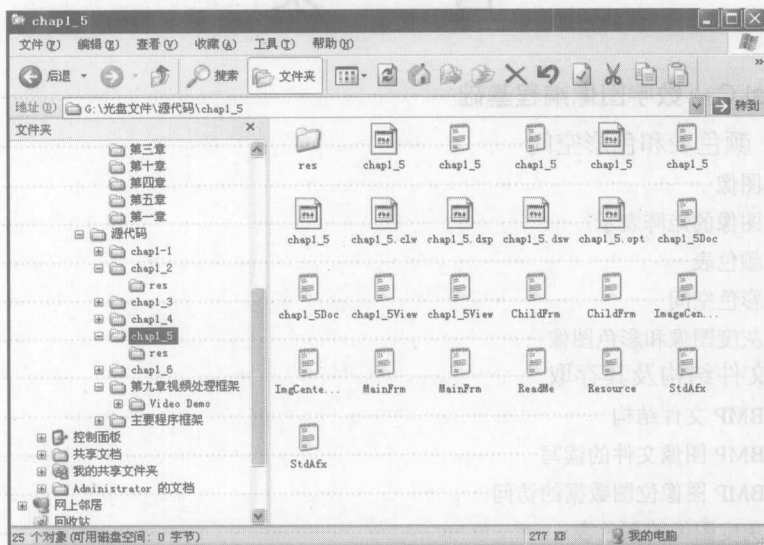


图 3

本书的代码在 Visual C++ 6.0 环境下调试通过。

目 录

第 1 章 Visual C++ 数字图像编程基础	1
1.1 图像、颜色表和色彩空间	1
1.1.1 图像	1
1.1.2 图像的矩阵表示	2
1.1.3 颜色表	3
1.1.4 彩色空间	3
1.1.5 灰度图像和彩色图像	6
1.2 BMP 文件结构及其存取	7
1.2.1 BMP 文件结构	7
1.2.2 BMP 图像文件的读写	10
1.2.3 BMP 图像位图数据的访问	15
1.2.4 灰度图像的颜色表	16
1.3 GDI 对象及 GDI 位图	18
1.3.1 从资源中装入 GDI 位图	18
1.3.2 对位图进行伸缩处理	20
1.4 设备无关位图 (DIB)	21
1.4.1 调色板	22
1.4.2 DIB 访问函数	22
1.4.3 面向过程的 DIB 的读写及访问	23
1.4.4 面向对象的 DIB 的读写及访问——ImgCenterDib 类	29
1.4.5 使用 ImgCenterDib 进行图像可视化编程	42
1.5 面向对象的图像处理算法实现	46
1.5.1 特效显示类 SpecialEffectShow 的定义	47
1.5.2 图像的扫描显示	49
1.5.3 图像的滑动显示	51
1.5.4 图像的渐进显示	53
1.5.5 图像的马赛克显示	54
1.6 本章小结	57
第 2 章 图像的灰度变换	58
2.1 灰度变换类 (GrayTrans)	58
2.1.1 灰度变换类 (GrayTrans) 的定义	58
2.1.2 GrayTrans 类的构造函数和析构函数	60
2.1.3 彩色和灰度格式间的转换	62
2.2 灰度的线性变换	67
2.2.1 负相变换	68
2.2.2 二值化和阈值处理	71