

本书以数字图像处理技术为主线，全面地介绍在Visual C++环境中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几何变换、正交变换（特征提取）、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等开发平台相结合进行数字图像处理的程序设计技术

第2版

Visual C++

数字图像处理技术详解

Digital Image Processing Using Visual C++

刘海波 沈晶 岳振勋◎等编著



机械工业出版社
China Machine Press



CD-ROM

014013041

TP312C
1801-2

第2版

Visual C++

数字图像处理技术详解

Digital Image Processing Using Visual C++

刘海波 沈晶 岳振勋◎等编著



P

TP312C

1801-2



机械工业出版社
China Machine Press



北航

C1699902

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. —2版. —北京: 机械工业出版社, 2013.12

ISBN 978-7-111-44443-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第247823号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书以数字图像处理技术为主线, 全面介绍在 Visual C++环境中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几何变换、正交变换 (特征提取)、增强、复原、重建、形态学处理、分割、匹配、压缩编码及特效处理等, 并针对每种方法均给出基本原理、典型算法、Visual C++源码及综合应用实例。同时, 本书还介绍了 Visual C++与 VTK、OpenCV 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, 深入浅出, 层次分明, 侧重知识的系统性、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, 本书还配有综合实例的完整源程序, 便于在学习和实际开发中使用。

本书适合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、教师和学生作为技术参考手册使用, 也适合数字图像处理程序设计初学者作为教材使用。

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: 高婧雅

藁城市京瑞印刷有限公司印刷

2014年1月第2版第1次印刷

186mm×240mm·35.75印张

标准书号: ISBN 978-7-111-44443-5

ISBN 978-7-89405-158-5 (光盘)

定 价: 79.00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

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259 读者信箱: hzsj@hzbook.com

第2版前言

数字图像处理 (Digital Image Processing) 是通过计算机对数字图像进行变换、增强、复原、分割及匹配等处理的方法和技术, 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、安保监控及文化艺术等诸多领域有着极为广泛的应用。数字图像处理技术的研究和应用离不开程序设计, Visual C++ 则是最有力、最常用的数字图像处理程序开发工具之一。2010年, 我们出版了《Visual C++ 数字图像处理技术详解》一书, 深受读者欢迎。为了更好地满足读者的需求, 我们对该书进行了改版, 更新和调整了如下内容。

1) 将原书由 14 章调整为 13 章, 删去了在实际工程项目中不太常用的 Visual C++ 结合 MATLAB 编程的内容, 使得内容更紧凑、更实用。

2) 重新组织和更新了第 1 章的内容, 使得初学者更容易入门。

3) 完全重写了最后一章的综合应用实例系统, 更新了车牌识别系统的技术方法, 并新增了车型识别系统。

4) 用 Visual C++ 重写了 SVD 算法的实现函数 (原为调用 MATLAB 实现)。

5) 修改了图像几何畸变校正的程序, 补充了详细的注释。

6) 用艺术数码相框替换了第 11 章的综合实例。

7) 根据软件最新版本更新了 VTK 和 OpenCV 安装、配置与使用的相关内容。

8) 补充、更新了大部分实践拓展的内容, 使其更接近工程实际。

9) 根据读者反馈的意见, 修订了第 1 版书中一些表述不够清楚的文字内容。

10) 修正了第 1 版书中个别笔误之处, 并重新润色了全书的文字。

11) 将全部程序升级到 Visual C++ 2010 版本。

本书特点

本书修订时注意保留了第一版原有的特点。

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、匹配及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 和

OpenCV 相结合开发数字图像处理系统的技术。通过学习本书内容,读者可以全面掌握 Visual C++ 数字图像处理的核心技术和外围相关技术。无论是数字图像处理与分析、计算机视觉和多媒体信息处理等领域的系统开发人员,还是大专院校从事相关领域教学和科研工作的师生,均能从本书中找到实用的相关知识。

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内容。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,读者也可以根据自己的知识基础选择阅读本书的切入点和阅读内容的选取。

3. 理论凝练, 算法清晰

本书在讲清楚问题的情况下,对繁杂的数字图像处理理论做了大量的简化和凝练工作,体现在书中的是最基本的原理、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挖掘算法步骤,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

书中的每个算法、每章的实例和最后的车辆识别系统综合应用案例,在介绍完基本原理和算法步骤之后,都给出了完整的源代码,并对开发步骤做了详尽的讲解,而且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

本书中提供了大量综合应用实例,结合实例详细交代了数字图像处理系统的开发过程,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、常见问题及解决方法。

主要内容

本书修订后的内容分为 13 章。各章的主要内容如下。

第 1 章: 主要介绍 Visual C++ 与面向对象程序设计、Windows 程序设计的基本概念、数字图像处理的基础知识以及使用 Visual C++ 处理数字图像的基本方法。如果读者没有接触过数字图像处理技术,本章可以将读者带入数字图像处理领域。

第 2 章: 介绍了图像几何变换方法,包括图像平移、旋转、镜像、转置、缩放以及插值算法等。通过本章学习,读者可以学习到图像编辑中常用的一些图像变换技术。

第 3 章: 介绍了图像正交变换方法,包括离散傅里叶变换、离散余弦变换、离散沃尔什

变换、离散 K-L 变换、SVD 变换和小波变换等。通过本章学习，读者可以学习到图像分析中常用的一些特征提取技术。

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、频率域增强和彩色增强等，通过本章，读者可以学习到改进图像视觉效果或突出图像感兴趣区域的处理技术。

第 5 章：介绍了图像复原方法，包括线性复原、非线性复原、盲复原与几何复原等。通过本章，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、骨架抽取、灰值形态学梯度计算和 Top-Hat 变换等。通过本章，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。通过本章，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，包括基于像素的匹配（归一化积相关灰度匹配和序贯相似性检测法匹配）以及基于特征的匹配（不变矩匹配、距离变换匹配和最小均方误差匹配等）。通过本章，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 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、黑白、雾化和素描等滤镜效果。通过本章，读者可以学习到照片处理软件、数码相框中常用的图像特效处理技术。

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：详解了两个完整的车辆识别综合应用实例，包括车型识别系统和车牌识别系统。通过本章，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
- 高等学校的教师和学生

本书光盘

- 本书配套光盘包含各章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。

本书主要由刘海波、沈晶、岳振勋、刘英波、唐坤、许可、王天昊、党银强、崔莹及于义雪编著,参加本书内容修订、案例开发和资料整理的还有吴艳霞、周长建、李致毅、邱志广、闫向阳、吴晓飞、吴彦波、隋荣辉及潘明明等。本书得到中央高校基本科研业务费专项资金、哈尔滨工程大学国家大学科技园基金和黑龙江省高等教育教学改革项目资助。

感谢你选择了本书,希望我们的努力对你的学习和工作有所帮助,也希望你把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址: www.zerobook.net

零点工作室联系信箱: gdz_zero@126.com

零点工作室

2013年8月

第1版前言

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。

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、宫洁、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！

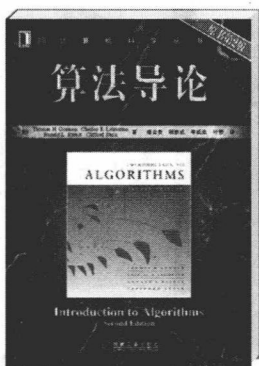
感谢你选择了本书，希望我们的努力对你的工作和学习有所帮助，也希望你把对本书的意见和建议告诉我们。

作者：gdz_zero@126.com

作者

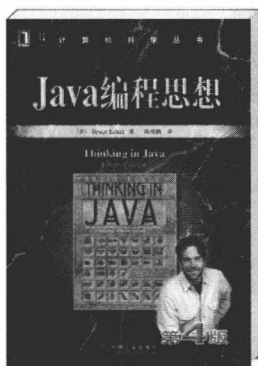
2010年5月

推荐阅读



算法导论, 原书第2版

作者: [美] Thomas H. Cormen 等
译者: 潘金贵 顾铁成 等
书号: 7-111-18777-6
定价: 85.00元
■2006、2007 CSDN、《程序员》杂志评选的十大IT好书之一, 算法中的经典权威之作



Java编程思想, 原书第4版

作者: [美] BRUCE ECKEL
译者: 陈昊鹏
书号: 978-7-111-21382-6
定价: 108.00元
■2006、2007 CSDN、《程序员》杂志评选的十大IT好书之一



编译原理, 原书第2版

作者: [美] ALFRED V. AHO, RAVI SETHI, JEFFREY D. ULLMAN
译者: 赵建华 郑滔
■编译领域无可替代的经典著作, 被广大计算机专业人士誉为“龙书”



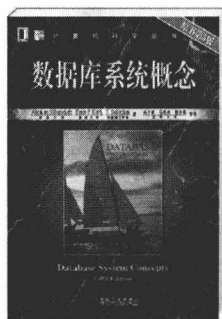
现代操作系统, 原书第2版

作者: [荷] Andrew S. Tanenbaum
译者: 陈向群 马洪兵
中文版: 7-111-16511-X
定价: 55.00元
英文版: 7-111-09156-6
定价: 48.00元
■操作系统领域的经典之作, 全球著名高校竞相采用



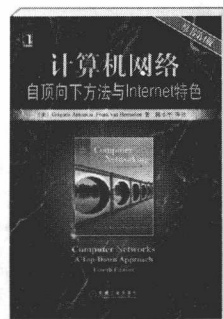
分布式系统: 概念与设计, 原书第4版

作者: [美] George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg
译者: 金蓓弘
中文版: 978-7-111-22438-9
定价: 69.00元
英文版: 7-111-17366-X
定价: 89.00元
■本书是衡量所有其它分布式系统教材的标准



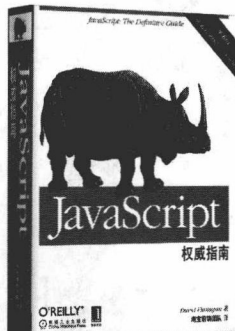
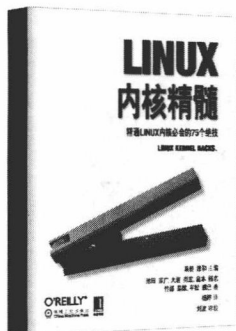
数据库系统概念, 原书第5版

作者: [美] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan
译者: 杨冬青 唐世渭
中文版: 7-111-19687-2
定价: 69.00元
■数据库系统方面的经典教材, 被美誉为“帆船书”



计算机网络: 自顶向下方法与Internet特色, 原书第4版

作者: [美] James F. Kurose, Keith W. Ross
译者: 陈鸣
2008年05月出版
■全球上百所大学和学院采用, 被译为10多种语言并被世界上数以万计的学生和专业人士采用



- **Linux内核精髓：精通Linux内核必会的75个绝技**
作者：Hirokazu Takahashi 等
ISBN: 978-7-111-41049-2
定价：79.00元
- **JavaScript和jQuery实战手册（原书第2版）**
作者：David Sawyer McFarland
ISBN: 978-7-111-39903-2
定价：99.00元
- **机器学习：实用案例战**
作者：Drew Conway 等
ISBN: 978-7-111-41731-6
定价：69.00元
- **iOS 程序设计（原书第2版）**
作者：Matt Neuburg
ISBN: 978-7-111-41847-4
定价：89.00元
- **社交网站的数据挖掘与分析**
作者：Matthew A. Russell
ISBN: 978-7-111-36960-8
定价：59.00元
- **JavaScript权威指南（原书第6版）**
作者：David Flanagan
ISBN: 978-7-111-37661-3
定价：139.00元



目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 图像编程基础 1

- 1.1 Visual C++程序设计概述 1
 - 1.1.1 C++与面向对象程序设计 1
 - 1.1.2 Visual C++与Windows
程序设计 2
- 1.2 数字图像处理概述 4
 - 1.2.1 图像与数字图像 4
 - 1.2.2 颜色与颜色空间 4
 - 1.2.3 显示卡与调色板 7
 - 1.2.4 数字图像文件格式 13
 - 1.2.5 数字图像处理的研究内容 21
 - 1.2.6 数字图像处理的应用领域 22
- 1.3 Visual C++处理数字图像的
基本方法 23
 - 1.3.1 使用DIB处理数字图像 23
 - 1.3.2 使用自定义CDib类处理
数字图像 28
 - 1.3.3 使用GDI+处理数字图像 38
- 1.4 综合实例——图像浏览器 44
- 1.5 实践拓展 49

第2章 图像几何变换 50

- 2.1 图像的位置变换 50
 - 2.1.1 图像平移 51

- 2.1.2 图像旋转 54
- 2.1.3 图像镜像 59
- 2.1.4 图像转置 63
- 2.2 图像尺度变换 65
 - 2.2.1 图像缩放 66
 - 2.2.2 插值算法 69
- 2.3 综合实例——魔镜 76
- 2.4 实践拓展 90

第3章 图像正交变换 92

- 3.1 基本正交变换 92
 - 3.1.1 离散傅里叶变换 92
 - 3.1.2 离散余弦变换 102
 - 3.1.3 离散沃尔什变换 107
- 3.2 特征变换 113
 - 3.2.1 K-L变换 113
 - 3.2.2 SVD变换 119
 - 3.2.3 小波变换 131
- 3.3 综合实例——特征提取 141
- 3.4 实践拓展 146

第4章 图像增强 148

- 4.1 灰度变换增强 148
 - 4.1.1 线性灰度增强 148
 - 4.1.2 分段线性灰度增强 150
 - 4.1.3 非线性灰度增强 153
- 4.2 直方图增强 154

7.2.5 骨架抽取	280
7.3 灰度形态学处理	283
7.3.1 灰值腐蚀和灰度膨胀	283
7.3.2 灰值开运算和闭运算	288
7.3.3 灰值形态学梯度	291
7.3.4 Top-Hat变换	292
7.4 综合实例——白细胞检测	294
7.5 实践拓展	298

第8章 图像分割 299

8.1 边缘检测法	299
8.1.1 Roberts算子	299
8.1.2 Sobel算子	301
8.1.3 Prewitt算子	304
8.1.4 Krusch算子	306
8.1.5 Laplacian算子	311
8.1.6 Gauss-Laplacian算子	313
8.2 阈值分割法	315
8.2.1 最大方差阈值分割	315
8.2.2 自适应阈值分割	318
8.3 边界分割法	321
8.3.1 轮廓提取	321
8.3.2 边界跟踪	323
8.4 其他分割法	326
8.4.1 区域生长法	326
8.4.2 彩色分割法	328
8.4.3 分水岭分割法	331
8.5 综合实例——指纹提取	335
8.6 实践拓展	339

第9章 图像匹配 340

9.1 基于像素的匹配	340
9.1.1 归一化积相关灰度匹配	340
9.1.2 序贯相似性检测法匹配	344
9.2 基于特征的匹配	349

9.2.1 不变矩匹配法	349
9.2.2 距离变换匹配法	355
9.2.3 最小均方误差匹配法	362
9.3 综合实例——遥感图像匹配	369
9.4 实践拓展	379

第10章 图像压缩编码 380

10.1 无损压缩	380
10.1.1 Huffman编码	380
10.1.2 Shannon-Fano编码	387
10.1.3 算术编码	393
10.1.4 游程编码	400
10.1.5 线性预测编码	401
10.1.6 位平面编码	402
10.2 有损压缩	405
10.2.1 有损预测编码	405
10.2.2 变换编码	414
10.3 JPEG 2000编码	415
10.3.1 JPEG 2000 概述	416
10.3.2 JPEG 2000编码过程	417
10.3.3 JPEG 2000 图像压缩码流格式	421
10.4 综合实例——图像编码解码器	423
10.5 实践拓展	436

第11章 图像特效 437

11.1 显示特效	437
11.1.1 扫描特效	438
11.1.2 移动特效	439
11.1.3 百叶窗特效	441
11.1.4 栅条特效	442
11.1.5 马赛克特效	444
11.1.6 雨滴特效	445
11.2 滤镜效果	446

11.2.1 底片效果	446	12.3.5 在Visual C++环境下使用 OpenCV	508
11.2.2 雕刻效果	448	12.4 综合实例——人脸检测	510
11.2.3 黑白效果	449	12.5 实践拓展	512
11.2.4 雾化效果	451		
11.2.5 素描效果	454	第13章 车辆识别系统	514
11.3 综合实例——艺术数码相框	456		
11.4 实践拓展	470	13.1 车型识别系统	514
第12章 OpenCV图像编程	471	13.1.1 车型识别系统原理	514
12.1 OpenCV概述	471	13.1.2 车型识别系统的功能、 结构与流程	520
12.2 OpenCV编程环境	473	13.1.3 车型识别系统编程实现	521
12.2.1 OpenCV的获取	473	13.1.4 车型识别系统运行效果	527
12.2.2 OpenCV的安装和 Visual C++的配置	473	13.2 车牌识别系统	528
12.3 OpenCV编程基础	475	13.2.1 车牌识别技术原理	528
12.3.1 OpenCV编程规范	476	13.2.2 车牌识别系统的功能、 结构与流程	533
12.3.2 OpenCV基础数据结构	479	13.2.3 车牌识别系统编程实现	534
12.3.3 OpenCV动态数据结构	485	13.2.4 车牌识别系统运行效果	557
12.3.4 OpenCV常用函数	491	13.3 实践拓展	557