

Sale or distribution of this edition is illegal outside the People's Republic of China,
excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

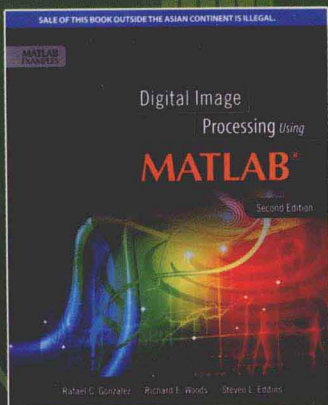
Mc
Graw
Hill
Education

本科教学版

冈萨雷斯

数字图像处理 (MATLAB版)(第二版)

Digital Image Processing Using MATLAB
Second Edition



[美] Rafael C. Gonzalez
Richard E. Woods 著
Steven L. Eddins

阮秋琦 译



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国外电子与通信教材系列



数字图像处理

(MATLAB 版)

(第二版) (本科教学版)

Digital Image Processing Using MATLAB

Second Edition

[美] Rafael C. Gonzalez 著
Richard E. Woods
Steven L. Eddins

阮秋琦 译

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书将图像处理基础理论论述与以 MATLAB 为主要工具的软件实践方法相对照,集成了冈萨雷斯和伍兹所著的《数字图像处理(第三版)》一书中的重要内容和 MathWorks 公司的图像处理工具箱,特色在于重点强调了怎样通过开发新代码来增强这些软件工具的功能。全书在介绍 MATLAB 编程基础知识之后,讲述了图像处理的主要内容,具体包括灰度变换、线性和非线性空间滤波、频率域滤波、图像复原与重建、彩色图像处理、图像压缩、图像分割、区域和边界表示与描述等。

本书根据一般学校的授课侧重进行了适当缩减,以更好地适应教学需求,其中删除了原著中几何变换和图像配准、小波、形态学图像处理等内容,形成了适合本科教学层次的该版本。

本书可供从事信号与信息处理、计算机科学与技术、通信工程、地球物理等专业的大专院校师生学习参考。

Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins
Digital Image Processing Using MATLAB, Second Edition

ISBN: 9780071084789, Copyright © 2011 by Gatesmark, LLC.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese adaptation is jointly published by McGraw-Hill Education(Asia) Co. and Publishing House of Electronics Industry. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2014 by McGraw-Hill Education (Singapore) PTE. LTD and Publishing House of Electronics Industry.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字改编版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和电子工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中国大陆销售。

版权© 2014 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与电子工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号: 01-2012-6205

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理: MATLAB 版: 本科教学版/(美)冈萨雷斯(Gonzalez, R. C.), (美)伍兹(Woods, R. E.), (美)艾丁斯(Eddins, S. L.)著; 阮秋琦译. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2014.1

书名原文: Digital Image Processing Using MATLAB, Second Edition

(国外电子与通信教材系列)

ISBN 978-7-121-20197-4

I. ①数… II. ①冈… ②伍… ③艾… ④阮… III. ①数字图像处理—MATLAB 软件—高等学校—教材
IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 078710 号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 谭海平 文字编辑: 陈 磊

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

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: 25 字数: 743 千字 彩插: 4

印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 59.80 元



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。

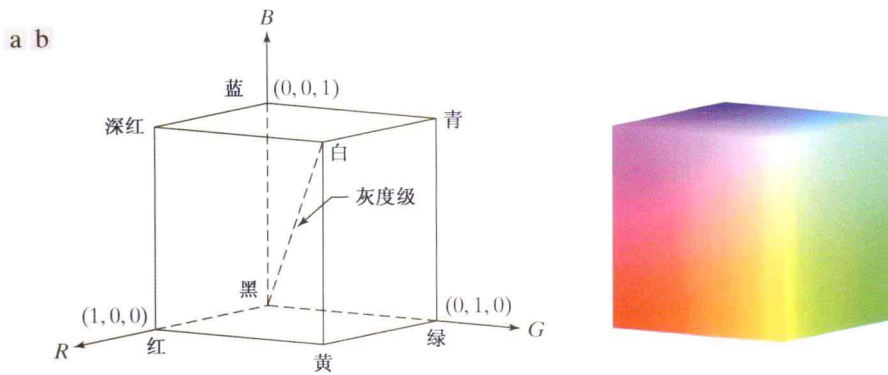


图 5.2



图 5.4

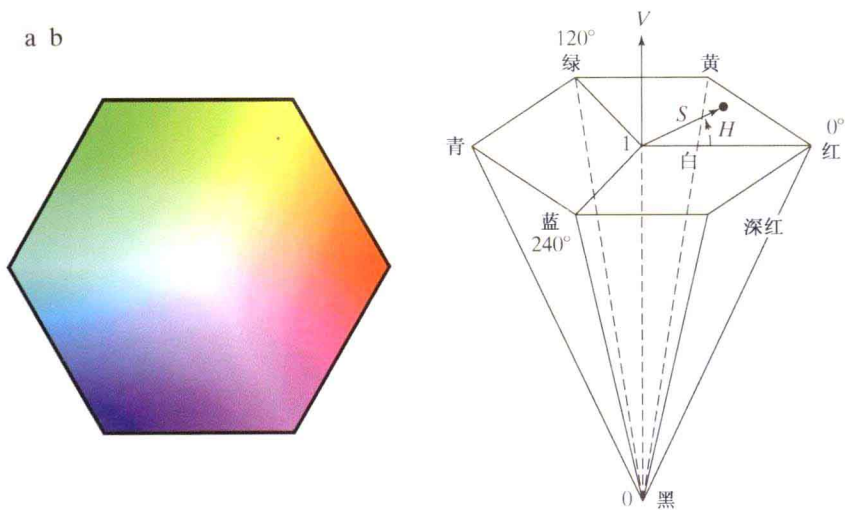


图 5.5

a b

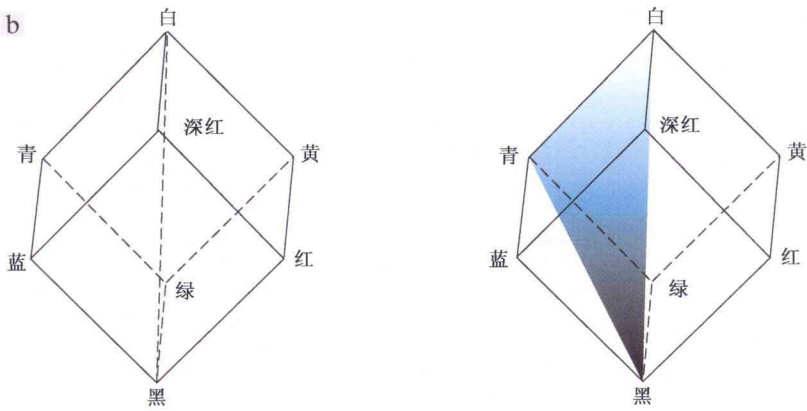
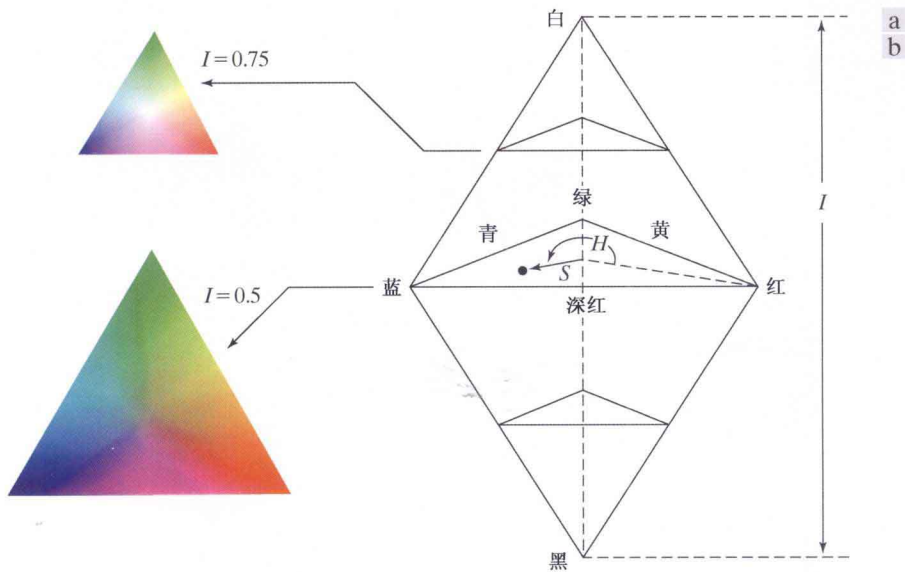


图5.6



a
b

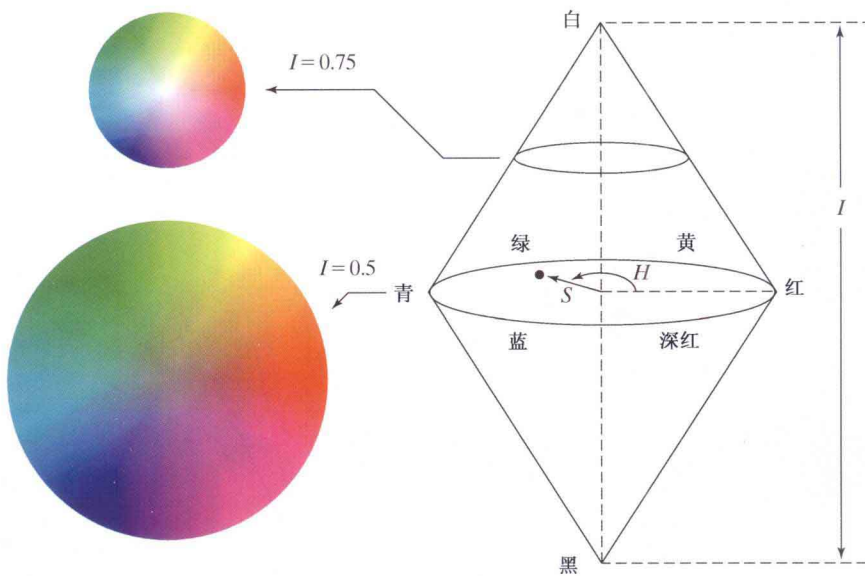


图5.8

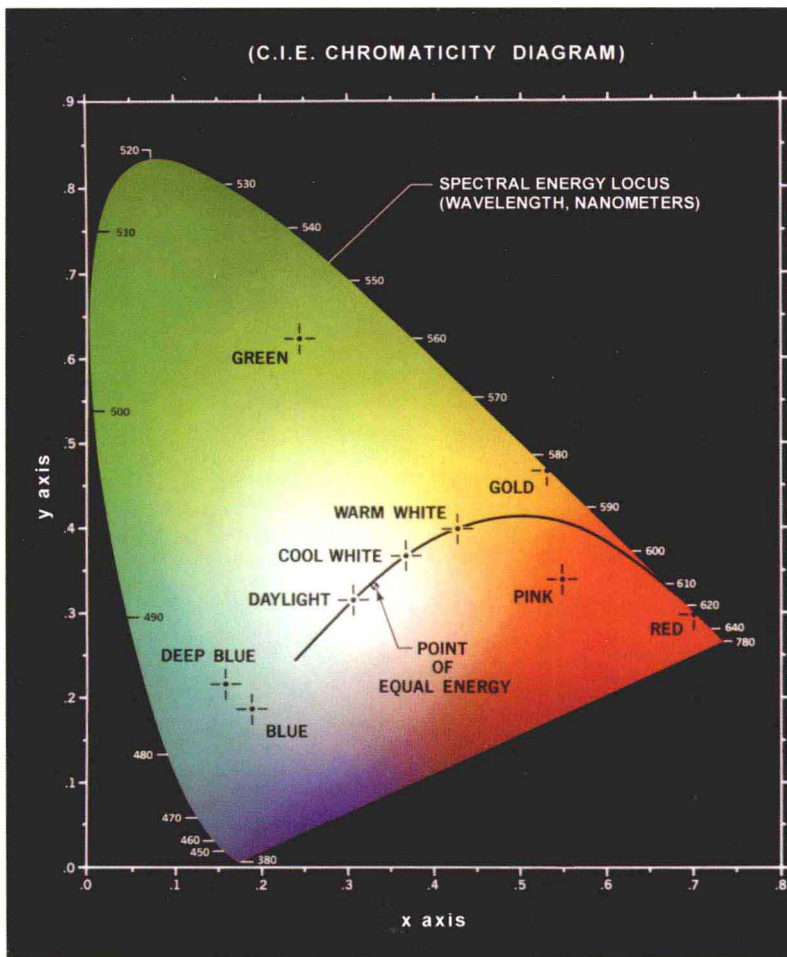


图 5.10



图 5.11



a b

图 5.12

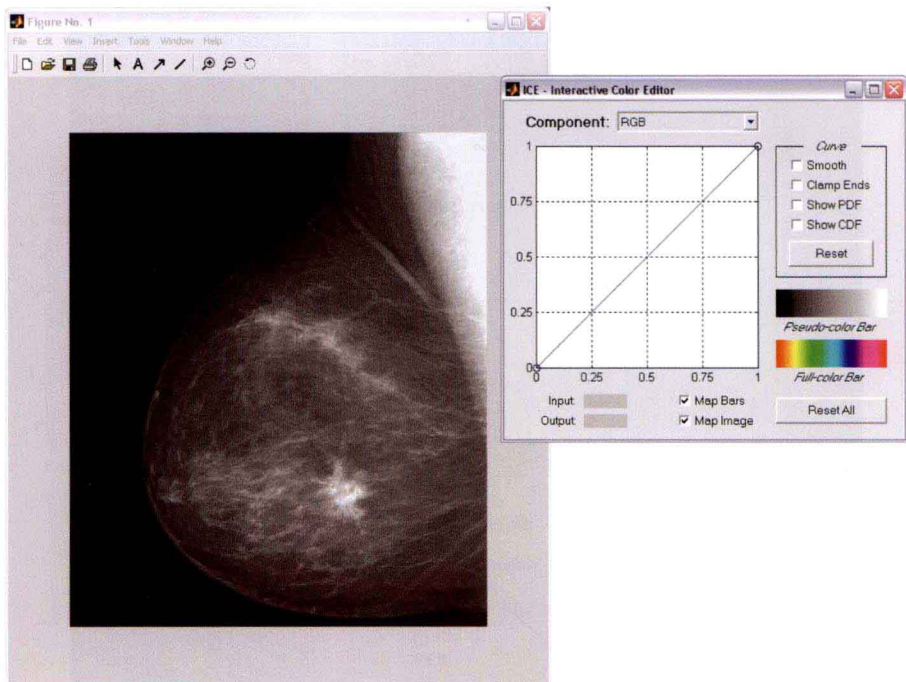


图5.15

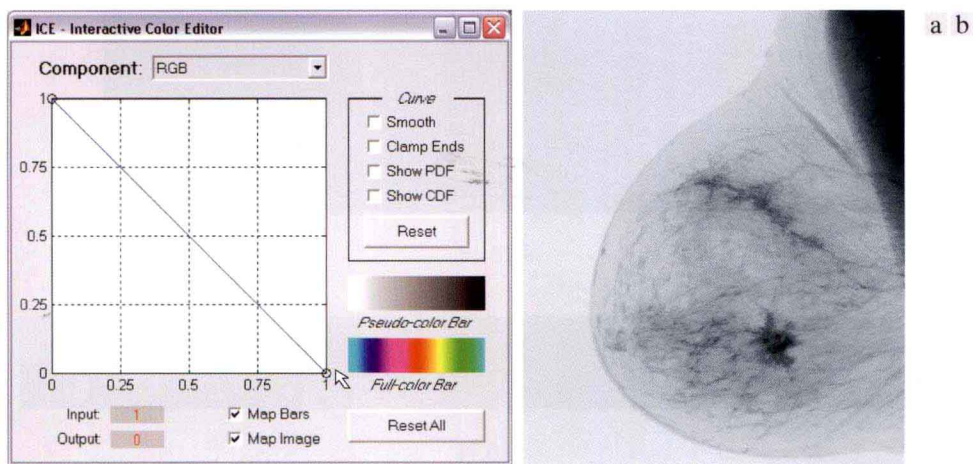
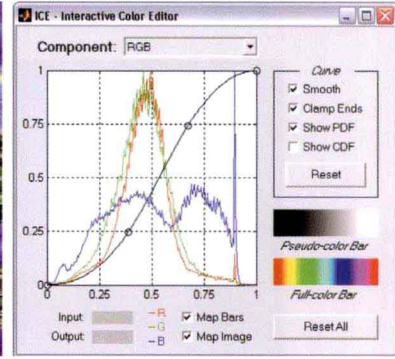
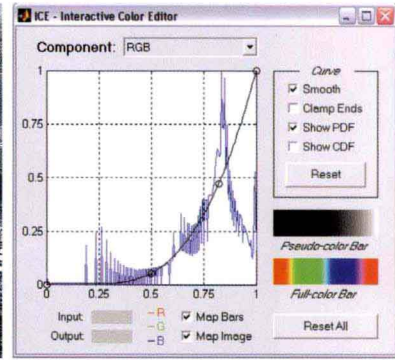


图5.16



图 5.17



a b
c d

图 5.18

a b
c d

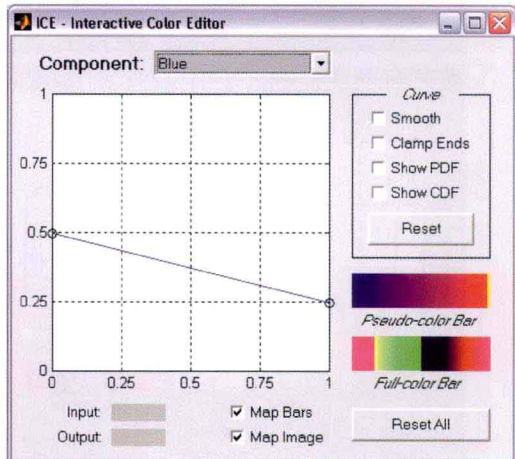
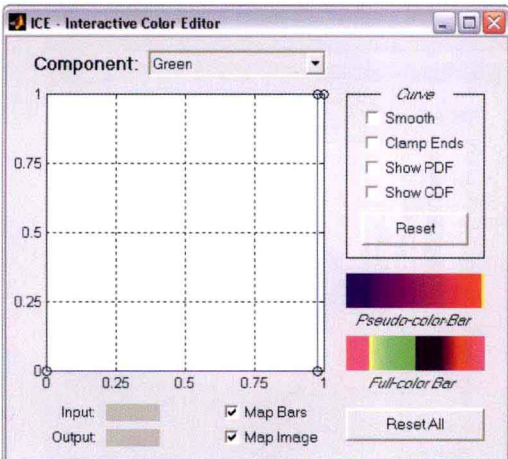
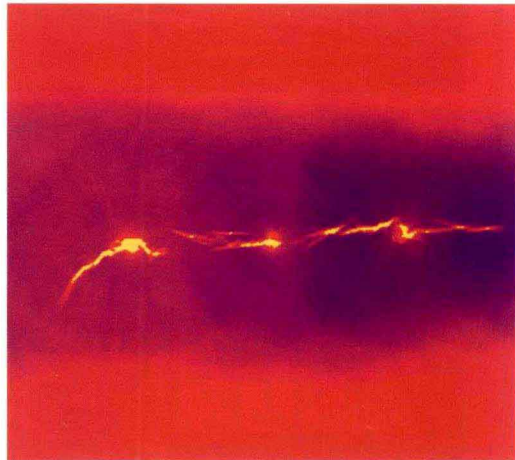
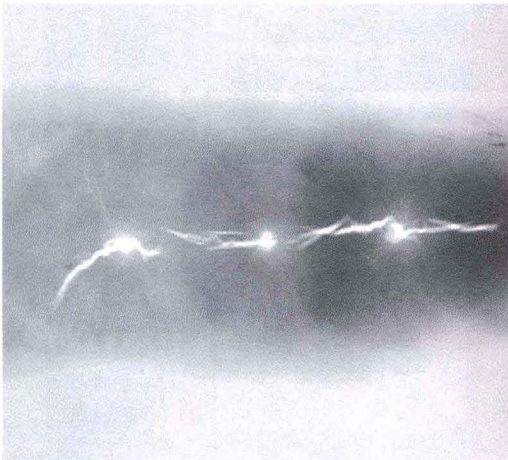
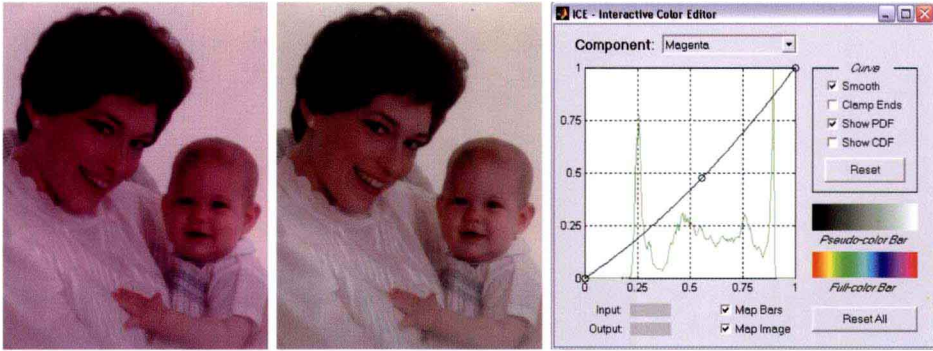


图 5.19



a b c

图5.20



a
b
c
d
e
f

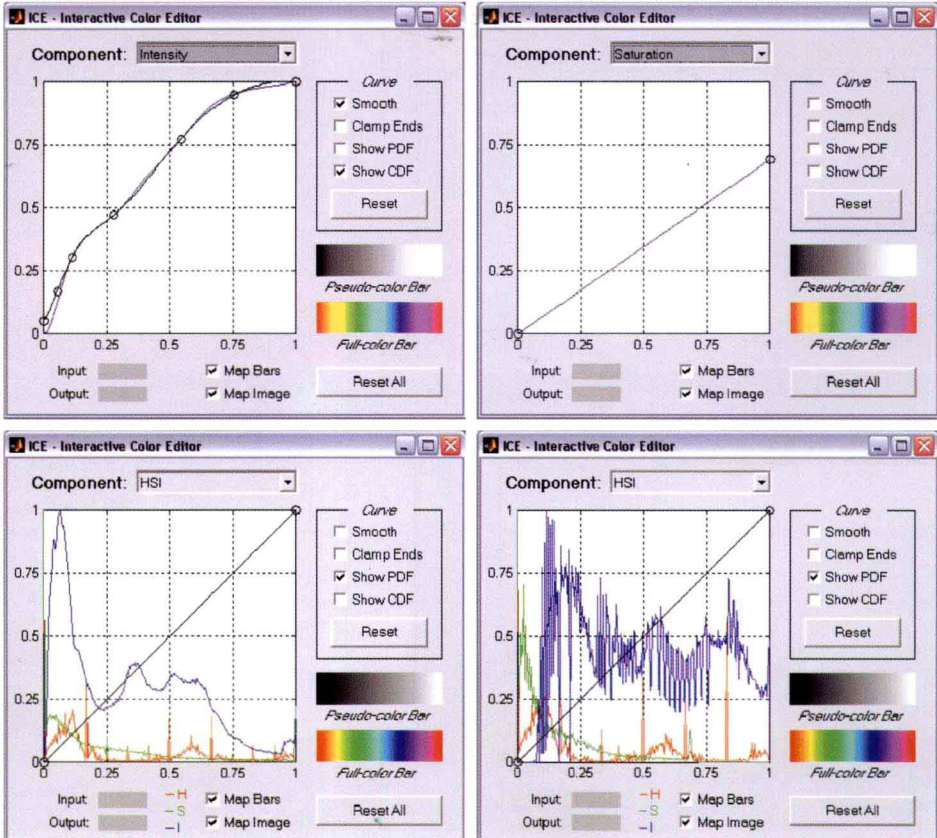


图 5.21

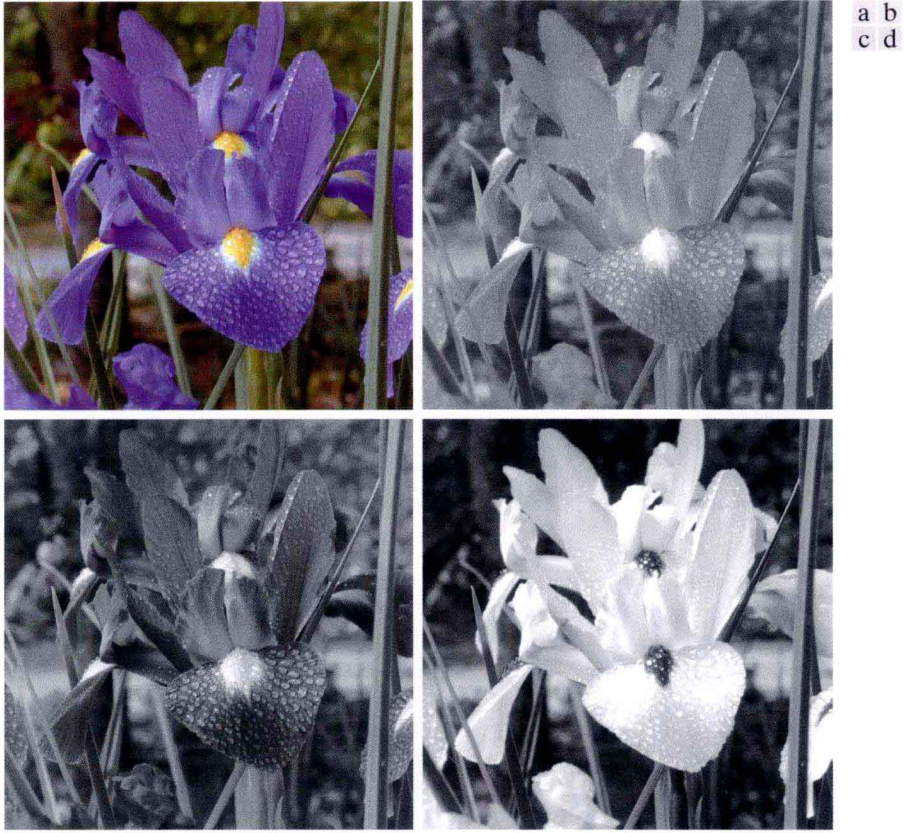


图 5.22



a b c

图 5.24



a b

图 5.25

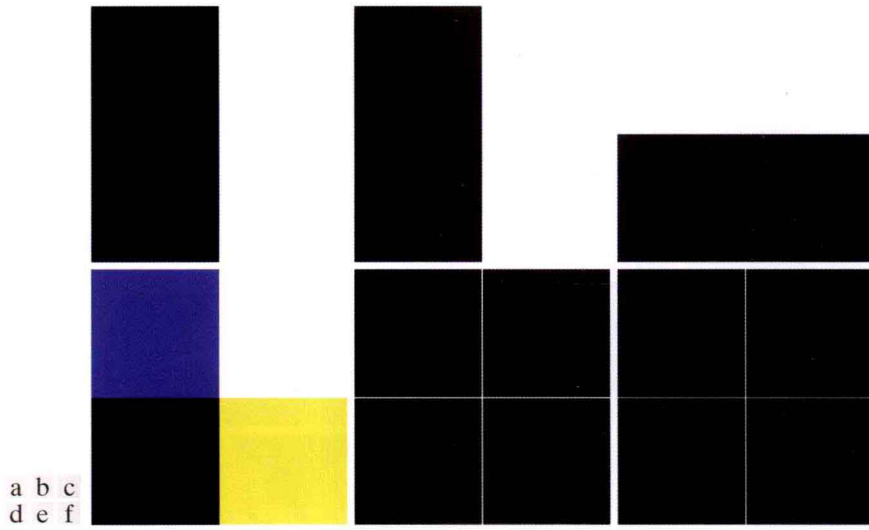


图5.27



图5.28

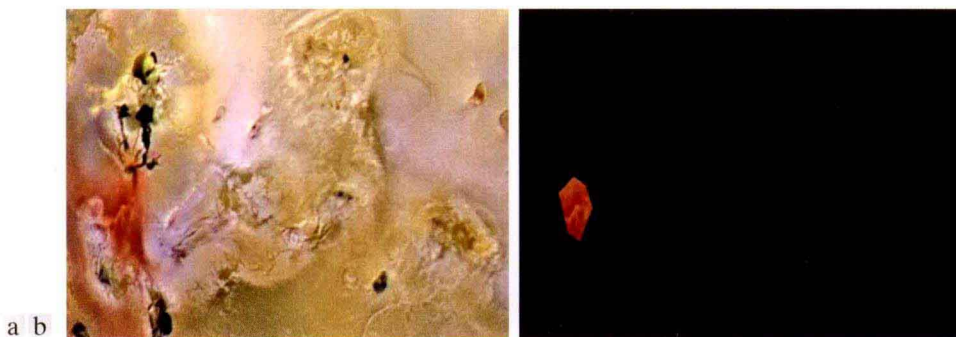


图5.30

译者序

数字图像处理起源于 20 世纪 20 年代, 当时通过海底电缆从英国伦敦到美国纽约采用数字压缩技术传输了第一幅数字照片。此后, 由于遥感、医学等领域的应用, 使图像处理技术逐步受到关注并得到了相应的发展。由于技术手段的限制, 早期图像处理科学与技术的发展相当缓慢。直到第三代计算机问世后, 数字图像处理才开始迅速发展并得到普遍应用。由于 CT 的发明、应用及获得备受科技界瞩目的诺贝尔奖, 使得数字图像处理技术大放异彩。目前数字图像处理科学已成为工程学、计算机科学、信息科学、统计学、物理、化学、生物学、医学甚至社会科学等领域中各学科之间学习和研究的对象。随着信息高速公路、数字地球、智能感知、物联网、大数据概念的提出以及 Internet 的广泛应用, 数字图像处理技术的需求与日俱增。其中, 图像信息以其信息量大、传输速度快、作用距离远等一系列优点成为人类获取信息的重要来源及利用信息的重要手段, 因此图像处理科学与技术逐步向其他学科领域渗透并为其他学科所利用是必然的。图像处理科学又是一门与国计民生紧密相连的应用科学, 它已给人类带来了巨大的经济和社会效益, 不久的将来它不仅在理论上会有更深入的发展, 在应用上亦是科学研究、社会生产乃至人类生活中不可缺少的强有力的工具。它的发展及应用与我国的现代化建设联系之密切、影响之深远是不可估量的。在信息社会中, 数字图像处理科学无论是在理论上还是在实践中都存在着巨大的潜力。

本书是冈萨雷斯博士继 *Digital Image Processing Using MATLAB* 第一版问世后的又一次提升。它把冈萨雷斯和伍兹所著的《数字图像处理》的重要理论与 MATLAB 的图像处理工具有机地结合在一起, 为图像处理领域的科技工作者提供了一本通俗实用的参考书。众所周知, MathWorks 公司是公认的科学计算方面的引领者, 它开发的 MATLAB 图像处理工具为数字图像处理提供了一个稳定的、宽泛的软件实现平台。本书的特色在于它重点强调了怎样通过开发新代码来增强这些软件工具的功能。而本书开发的新的图像处理函数大大增强了图像处理工具箱的功能, 对从事数字图像处理科学和技术研究的教师、工程技术人员及学生具有重要的参考价值。

目前, 为培养与国际接轨的高水平人才, 我国教育部在质量工程实施中大力鼓励高等学校开展双语授课和全英文授课。电子工业出版社为适应教育部的质量工程计划和解决双语教材缺乏的现状, 在征得出版商同意的情况下, 根据我国教学计划的特点对本书进行了适当改编。其中, 英文版添加了标题的译文, 并对重点术语和理解难点以脚注的方式进行了补充说明; 中文版则根据一般学校的授课侧重进行了适当缩减, 以更好地适应教学需求。

本书在介绍 MATLAB 编程基础知识之后, 主要围绕数字图像处理的主干内容展开。

本书共分 8 章, 第 1 章 绪言、第 2 章 灰度变换与空间滤波、第 3 章 频率域滤波、第 4 章 图像复原和重建、第 5 章 彩色图像处理、第 6 章 图像压缩、第 7 章 图像分割、第 8 章 表示与描述。本缩减版将为读者学习参考带来极大的方便。

由于时间仓促和水平所限，本书的翻译难以达到“信、达、雅”的高标准，退而求其次，尽量做到译文准确，译文风格统一。此外，为了本书的可实现性，书中的程序都进行了运行实验，基本上没有问题。从本书的配套网站可以下载所有的程序源码，有助于读者的实践学习。

本书的程序运行验证得到了阮宇智、王雪峤等同学的帮助，对此，译者深表感谢。由于译者水平所限，书中难免会有许多错误和不当之处，恳请读者提出宝贵的建议和批评。

译者

2013年7月于北京交通大学

前 言

《数字图像处理 (MATLAB 版) (第二版)》是本书的重要修订。像以前的版本一样, 本书的关注点基于这样一个事实, 在数字图像处理领域对问题的解决通常要求广泛的实验工作, 包括软件模拟和大量样本图像的测试。虽然典型算法的开发是以理论支撑为基础的, 但这些算法的实际实现几乎总是要求参数估计的, 并常常进行算法的修正和候选解决方案的比较。这样, 灵活的选择、全面的理解及由许多资料证明的软件开发环境就是关键因素, 这些因素在成本、开发时间和图像处理解决方法的可移植性上都具有重要的意义。

尽管它很重要, 但却很少有以教材形式编写的涉及数字图像处理的理论原理和软件实现方面的材料。2004 年所写的本书的第一版正好满足了这一需要。本书的新版本继续这一宗旨, 它的主要目标是提供一个可用现代软件工具实现图像处理算法的基础。本书自成体系, 并且使其对具有数字图像处理、数学分析及计算机编程基本背景的人来说更容易阅读, 所有这些内容, 在技术学科初级或高级课程中都可以找到。同时, 也希望读者具备 MATLAB 的初级知识。

为了达到这一目的, 需要两个关键因素。第一个是选择图像处理素材, 它在该领域中涵盖在正规课程中。第二个是选择被充分支持和证明的软件工具, 并且在现实社会中有很广泛的应用。

为了满足第一个目的, 后续章节中的多数理论概念选自冈萨雷斯和伍兹所著的《数字图像处理》一书, 该书在 30 多年中被全世界教师选为引领性的教材。所选择的软件工具来自 MATLAB 图像处理工具箱, 它在教育和工业应用中同样占有类似的地位。在本书当前版本的准备中, 所遵循的基本策略是继续提供已为大家接受的理论概念和用软件工具的实现技巧之间准确无误的结合。

本书沿用《数字图像处理》一书的主线组织。通过这种方法, 读者很容易参考所讨论的数字图像处理的概念, 并且作为进一步阅读的最新参考。

遵循这种方法使我们有可能以简明扼要的方法提供理论材料, 从而集中精力解决图像处理问题的软件实现。因为图像处理工作在 MATLAB 计算环境下, 所以图像处理工具箱提供了极大的便利, 不仅体现在计算工具的宽泛性上, 而且还体现在它支持今天所用的大多数操作系统上。本书的突出特点是强调如何开发新的代码以增强已有的 MATLAB 和工具箱的泛化性, 这在图像处理领域中是一个重要的特性, 正如早些时候提到的那样, 这是大量的算法开发和试验工作所需要的特点。

在介绍了 MATLAB 函数和编程基础之后, 本书致力于图像处理的主流领域论述。其涵盖的主要领域包括灰度变换、线性和非线性空间滤波、频率域滤波、图像复原和重建、彩色图像处理、图像压缩、图像分割、区域和边界表示与描述。这些材料是如何用 MATLAB 和工具箱函数解决图像处理问题的大量论述的一个补充。在没有所需函数的情况下, 编写一个新函数也是本书教学所关注的一部分。在后续的章节中包括了 120 多个新函数。这些函数使图像处理工具箱的可用范围增加了近 40%, 同时, 如何解决新的图像处理问题也进一步说明了这一重要目的。

这些以教材形式出现的材料不能作为软件手册。虽然本书自成体系, 但我们还是建成了一个

综合网站，该网站被设计用于支持许多领域(见 1.5 节)。对于学生来说，为便于跟踪课程学习或者其他从事编程的人员自学，网站包括了背景材料的辅导和综述，以及项目方案和本书包括的所有图像的数据库。对于教师来说，网站包含课堂讲授材料和本书所用的所有图像、图形的 PPT。个别熟悉图像处理和工具箱基础的人员会发现该网站包含最新参考、最新技术及在其他地方不容易找到的许多热点支持材料。购书者可以免费下载本书开发的所有新函数的可执行文件。

正如大多数这种类型的作品那样，在手稿完成之前，我们一直努力地修改它。正因如此，我们在内容的取舍方面已尽了最大努力，我们相信这些内容均是基本内容，读者在了解这些内容后就可以尽快地掌握知识。我们相信，本书的读者将从这些努力中受益，并因此可以及时找到有用的材料。

Rafael C. Gonzalez

Richard E. Woods

Steven L. Eddins

致 谢

我们感谢学术界、工业界和政府中为本书做出贡献的许多人。他们以各种不同的方式所做出的贡献如此重要，以至于我们发现如果不按字母排序而用其他方式表示感谢是十分困难的。我们希望把我们的感谢给予我们的同事 Mongi A. Abidi, Peter J. Acklam, Serge Beucher, Ernesto Bribiesca, Michael W. Davidson, Courtney Esposito, Naomi Fernandes, Susan L. Forsburg, Thomas R. Gest, Chris Griffin, Daniel A. Hammer, Roger Heady, Brian Johnson, Mike Karr, Lisa Kempler, Roy Lurie, Jeff Mather, Eugene McGoldrick, Ashley Mohamed, Joseph E. Pascente, David R. Pickens, Edgardo Felipe Riveron, Michael Robinson, Brett Shoelson, Loren Shure, Inpakala Simon, Jack Sklanski, Sally Stowe, Craig Watson, Greg Wolodkin 和 Mara Yale。我们还希望感谢本书的图题中所注明的公司，它们允许我们使用这些图片。

Rafael C. Gonzalez

Richard E. Woods

Steven L. Eddins

本书网站

本书是完全自成体系的书籍，其配套网站

www.ImageProcessingPlace.com

在大量的重要领域提供额外的支持。采用本书作为教材的教师、学生和其他读者，在该网站中输入序列号即可获得作者提供的相关英文教辅资源，详见封三。

对学生和其他读者来说，网站包括：

- 诸如 MATLAB、概率、统计、向量和矩阵等领域的回顾；
- 示例计算机项目；
- 包含本书讨论的很多主题的辅导章节；
- 包含本书中全部图像的数据库。

对教师来说，网站包括：

- PPT 形式的课堂演示材料；
- 至其他教育资源的大量链接。

对从业者来说，网站包含了附加的专题，例如，

- 至商业网站的链接；
- 所选的新参考文献；
- 至商业图像数据库的链接。

就新的主题、数字图像和本书出版之后出现的其他相关材料与本书当前版本之间保持一致性而言，网站是一个理想的工具。虽然在本书的制作中给予了很多关注，但网站对于收集本书付印之后的所有错误还是一个方便的资料库。