



Windows/Macintosh/X-Window

实用数字图像处理

(日) 井上诚喜 八木伸行 林 正树 著
中须英辅 三谷公二 奥井诚人 译
白玉林



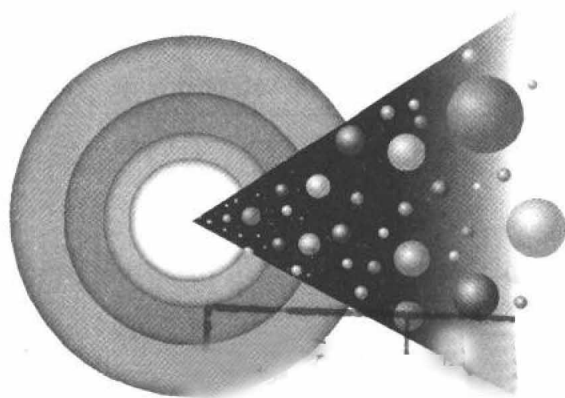
科学出版社

www.sciencep.com

C Windows/Macintosh/X-Window 语言

实用数字图像处理

〔日〕 井上诚喜 八木伸行 林 正树 著
中须英辅 三谷公二 奥井诚人
白玉林 译



科学出版社

北 京

图字：01-2003-0413 号

Original Japanese language edition

C Gengo de Manabu Jissen Gazou Shori

By Seiki Inoue, Nobuyuki Yagi, Masaki Hayashi, Eisuke Nakasu, Kouji Mitani and
Makoto Okui

Copyright © 1999 by Seiki Inoue, Nobuyuki Yagi, Masaki Hayashi, Eisuke Nakasu, Kouji Mitani and
Makoto Okui

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2003

All rights reserved

C言語で学ぶ実践画像処理

Windows/Macintosh/X-Window対応

井上誠喜 八木伸行 林 正樹 オーム社 2002
中須英輔 三谷公二 奥井誠人

图书在版编目(CIP)数据

C 语言实用数字图像处理/(日)井上诚喜等著;白玉林译. —北京:科学出版社,2003
ISBN 7-03-011372-1

I. C… II. ①井…②白… III. C 语言-应用-图像处理 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 031860 号

责任编辑 崔炳哲 · 责任制作 魏 谨
责任印制 刘士平 封面设计 李 祥

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社发行 各地新华书店经销

2003 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2003 年 9 月第一次印刷 印张: 18 插页: 2

印数: 1--5 000 字数: 350 000

定 价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

利用本书提供的程序所进行的图像处理



利用本书提供的图像处理程序，可以亲身体会到如图2.8 (a)，(b) 所示的图像处理效果

◀ (a) 用Windows时

(b) 用Macintosh时 ▶

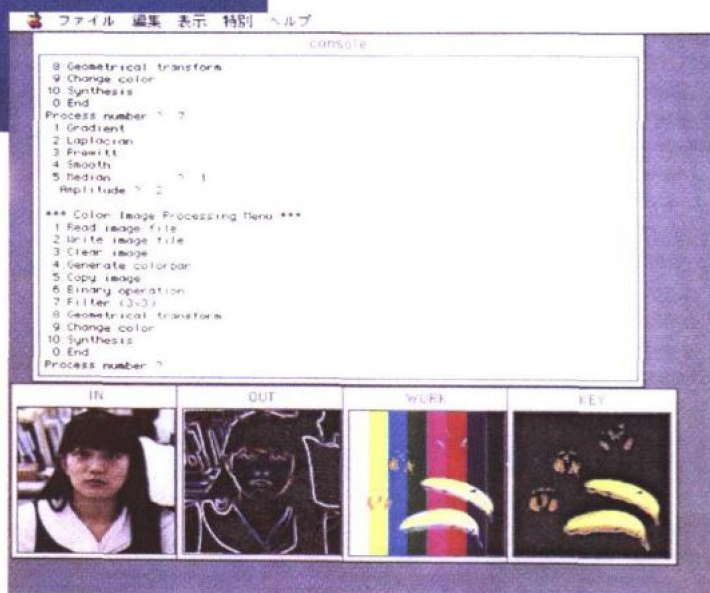


图2.8 彩色图像处理程序的实施例

通过着色使图像更清晰

伪彩显方法，是把黑白图像经着色处理后，变得更清晰的一种方法。例如，把卫星拍摄的地球资源黑白照片，明亮处依然为白色，

而使昏暗处变为蓝色，得出白云依旧，大海蔚蓝的效果，相当于清晰的彩色图像

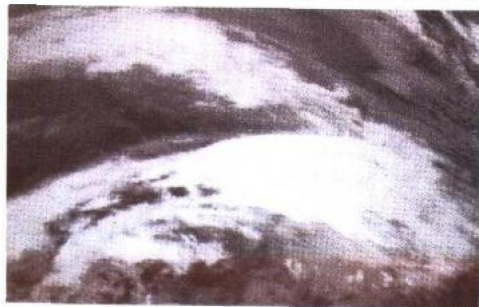


图6.19 卫星拍摄的黑白图像



图6.20 把图6.19用伪彩色显示的结果

贴近显像管所看到的…

在电视机的CRT显像管荧屏上，聚集着由各种亮度和色彩的光线所形成的微细像素，它们共同构成一个完整的大画面。这些细小像素酷似小虫子，仔细看去，实际上并不是一个点，它可以分成红、绿、蓝三个点。由于我们看电视时，离得较远，感觉上三点为一点。（也有与所附图片不同模式的CRT管，但原理是相同的。）

图8.1 CRT显像管的放大图
（图像由红、绿、蓝的点光源构成）



用调色板调整颜色

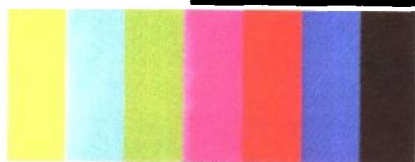


图8.5 调色板



图8.9 以红色为基准表示的色相

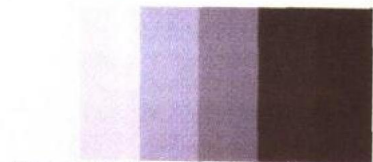


图8.8 调色板的亮度信号



图8.10 调色板饱和度的表示

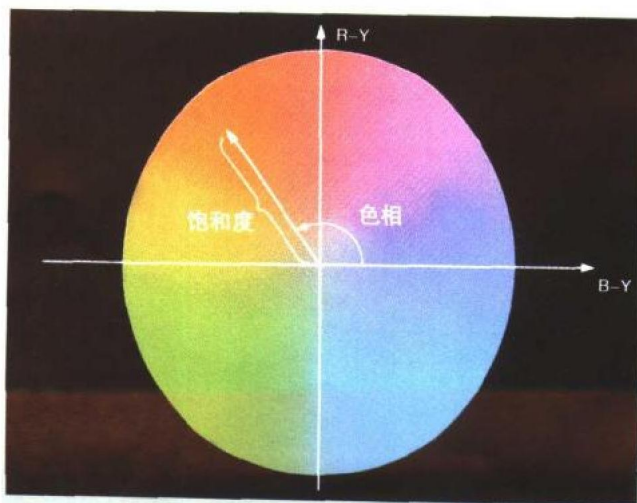
这是常用于调整电视摄像机和监视器的色彩条，从左到右为白、黄、青绿、绿、洋红、红、蓝、黑。

色彩可以用亮度、色相、饱和度来描述。如，绿色与洋红，只是色相不同，而饱和度是相同的。

近色，远色 各种色彩用一幅图来表示…

表示色彩的三要素有亮度、色相和饱和度。亮度一定时，用二维平面就能表示所有颜色。距原点越近，色彩越少，即单色；距原点越远，颜色越鲜艳。在原点，注目于作为点对象的某种颜色时，可知红色的补色（相反色）为青绿，绿色的补色为洋红，蓝色的补色为黄色。

图8.7 色差信号与饱和度、色相的关系



亮度·色相·饱和度是表示色彩的三要素

众所周知，彩色图像是由红(R)、绿(G)、蓝(B)三基色构成的。但在图像处理领域，除了这种RGB表示法以外，还有各种色彩表现方式，

可以用于图像处理。其中最具有代表性的一种方式就是亮度、色相、饱和度三要素法。



(a) 原图像
(见映像信息媒体学会数字标准图像)



(b) 亮度信号
(原图像中明亮部分的亮度信号较高)



(c) 以红色为基准表示的色相信号(红色成分较多的淡红色的花, 以及肤色部分的值比较高)。



(d) 表示饱和度信号的图(淡红色的花和黄色的耳环饱和度较高)

图8.11 色彩的三要素(亮度、色相、饱和度)

变色后的效果

通过对色彩三种属性的操作，可以改变色相。例如，把暗红色变为鲜红色，把红花变为蓝花等。就像通过调节电视机上的“亮度”、“色相”、“饱和度”等旋钮，所达到的同样效果。读者可以自己试一试。



图8.12 原图像的色相变更后的效果

使用色彩合成图像



图9.8 前景图像



图9.10 背景图像

对于在蓝色屏幕前站立的被摄人物，可通过色彩键的处理，使其站在一个完全不同的背景场所中，就像你在电视机中经常看见的那样。

用硬键与软键合成图像的比较图

即使对于同样的色彩键，因键信号图（用于提取图像的掩模图）的制作方法不同，其图像的自然程度也会有出入。与采用二值信号的硬键相比，使用有多阶灰度值的软键信

号掩模图时，边缘交界部分比较圆滑、柔和，自然程度会增加不少。从而，可以较好地表现毛发等的细微之处，以及像玻璃杯那样的透明部分等等。

		用硬键的场合	用软键的场合	
合成键信号	图9.9		图9.14	
	图9.11		图9.15	
	图9.12		图9.16	
合成图像				
扩大图				

前 言

《C 语言实用数字图像处理》一书初版于 1992 年,是在用计算机进行图像处理的背景下,为了使读者一边实践一边学习图像处理而编写的。此后,在广大读者的支持下又进行了再版。为了适应计算机发展的需要,本次再版对其内容进行了全面的更新。

图像处理方面的书已出版了很多,但大多是以具有一定图像处理知识的读者为对象的,很少针对初学者。此前的图像处理类图书涉及的领域广,但只是从理论上进行分类,没有就各种图像处理进行具体的介绍。所以在实际的图像处理中,初学者不知道该用什么方法好。

因此,本书没有采用以前那种按图像处理理论进行分类的方法,而是按图像处理的目的是(例如选择轮廓、去除噪声等)进行分类,并结合实践进行介绍。本书首先介绍图像处理的概况,然后针对各种流行的图像处理方法进行详细说明,从而使读者深入了解图像处理的理论及方法。

本书还介绍了 C 语言程序,并给出了许多简单明了的实例,读者可以理论联系实际,进行具体的图像处理实验。为了能够与各种图像处理设备相对应,本书将 C 语言程序分为图像处理部分和图像输入输出部分来介绍。这样一来,无论是在工作站还是在个人计算机上都可以体验图像处理的乐趣。

以上内容是本书初版时的前言中的一部分,虽然我们身边的计算机已经有了很大发展,但其思想仍然适用。1992 年的普通计算机只能在本地机上表示简单的图像,而且必须与附加的转换器及昂贵的工作站一起使用。但是,现在仅用个人计算机就能表示标准的全色。本书的内容着眼于当今计算机的发展状况,作为其主干的图像处理部分至今依然处于领先水平。由于针对的是图像处理的初学者,所以本书中有关图像处理的部分继承了初版时的内容,并以人机接口为中心根据计算机的发展状况进行了修订。书中的程序适用于各种环境,例如 Windows、Macintosh,运行 X-Window 的 UNIX 及 Linux 等,希望读者能够在各自的环境中体验不同的乐趣。

最后,诚挚地感谢在本书编辑出版过程中给予大力帮助的 OHM 出版社的各位。

著者代表 井上诚喜 八木伸行

..... 本书的结构与预备知识

◆ 本书由正文、附录、知识点三大部分构成。

◆ **正文** 本书以从计算机用户到终端用户的广大读者为对象,为了与各种图像处理设备相对应,尽量避开了硬件部分的介绍。书中的程序适用于能够运行标准 C 语言的所有计算机,并且,避开了技巧上的描述,简单明了地给出了重点。另外,本书并不遵循以前的理论分类,而以选择轮廓、去除噪声等为目的设立章节,并且,各章节的内容又相对独立。因此,读者可以根据自己的需要选择必要的章节来阅读,以充分理解图像处理的内容。

第 1 章,包括最新的话题,介绍以前的图像处理及今后的图像处理。

第 2 章,介绍图像处理所必需的硬件、软件以及图像处理的流程,同时还介绍了程序的记述方法及规定。

第 3 章至第 7 章,主要介绍图像处理的几种代表性的方法,如果掌握了这些内容等就具备了中级水平。第 3 章介绍用于选择物体的阈值处理,第 4 章介绍选择轮廓的微分方法等,第 5 章介绍去除噪声的平滑化方法,第 6 章介绍对比度增强及模拟彩色方法,第 7 章介绍在特征分析中使用各种参数的方法。

第 8 章与第 9 章,主要介绍彩色图像的处理方法。第 8 章介绍改变色彩的颜色处理方法,第 9 章介绍选择色彩的色彩键方法。

第 10 章,介绍放大、缩小、旋转、透视变换等几何变换。

第 11 章,介绍 FFT 等的频域处理方法。

第 12 章,介绍压缩数据量的扫描宽度、DPCM、DCT、霍夫曼编码等。

◆ **附录** 以 Windows(Microsoft 公司)、Macintosh(Apple 公司)的计算机,以及运行 Windows 的 UNIX、Linux 设备为对象,介绍图像处理的 Main 程序。另外,还有以单色或彩色图像为对象的程序。Windows 使用的 Visual C++(Microsoft 公司),Macintosh 使用的 Code Warrior(MetroWerks 公司)。而且,为了便于读者理解,还引入了图像文件转换程序,能够支持各

种原始数据及 BMP 格式。

◆**知识点** 介绍用 Windows、Macintosh、X-Windows 制作图像处理程序的技巧,这有助于读者理解正文及附录中的程序。各知识点用 **Win**、**Mac**、及 **X Win** 标记,读者可以有选择的阅读。

◆ 本书中的程序并非适用于所有计算机。机型和环境的不同,也许会使之不能运行或者使系统发生紊乱。所以,在运行程序的时候,一定要将重要数据进行备份。

本书中,对于 Microsoft 公司、Apple 公司、MetroWerks 公司、Symantec 公司、A&T 公司等的商标及产品商标没有一一注释,敬请谅解。

译 者 跋

近年来,随着计算机,特别是个人计算机性价比的迅速提高,静态图像、动态图像处理加工技术也从专业、专家殿堂,飞入寻常百姓中,而最近我国大城市中,数码相机、扫描仪、DV 数字摄像机和彩色打印机的购买热潮,更进一步推动了普通人对图像、图形处理技术学习的渴望和需求。君不见,众多公司招聘熟练图像处理人员求贤若渴且出价不菲。

为此,科学出版社与时俱进,从日本引进并翻译出版了日体国内畅销书《C 语言实用数字图像处理》(18 个月内已 6 次印刷)一书。

本书特点是注重实用,深入浅出,附有大量的 C 语言图像处理源程序,可在 Windows,Macintosh,Unix,Linux 多种平台上运行,即使初学者也可以很快入门上手,从而弥补了有的图像处理书籍只讲理论,光说不练的不足。对图像轮廓、物体的提取、消除噪声、变色、变形甚至特征识别、频率变换、图像压缩等高级图像处理技术均有涉猎并提供了示范源程序。

掌握了本书介绍的图像处理知识和技术,会改变一些图像加工从业人员“知其然,不知其所以然”的混沌状态,也许工匠和大师的差别,正是从这点开始的。他山之石,可以攻玉。希望本书能对普及图像处理知识,提高我国从事图像、影像加工处理业务人员的技术素质有所补益。不当之处,敬请斧正。

本书中的“知识点”部分由邹振民翻译;秦勇、李平、王英杰博士对译作提供了宝贵支持,刘峰、周慧娟、周志民、赖文彬等同志对书中所附的 C 语言程序部分进行了测试、修改和验证;白雪、杜建芝等参加了全书的文整、录入与校勘工作。特别是科学出版社责任编辑的精心策划和指导,均使本人受益匪浅,在此一并表示谢意。

译 者

目 录

第 1 章 图像处理概述	1
1.1 计算机图像处理	2
1.2 日常生活中的图像处理	3
1.3 数字图像处理的特征	6
1.4 轻松学习图像处理	7
第 2 章 体验图像处理	13
2.1 图像处理系统的硬件组成	14
2.2 数字图像与 C 语言	15
2.3 采样与量化	17
2.4 图像处理的流程	18
第 3 章 图像中物体的提取	23
3.1 何谓“提取”	24
3.2 利用阈值提取	24
3.3 阈值的确定	25
第 4 章 图像轮廓的提取	35
4.1 轮廓与图像处理	36
4.2 研究轮廓的性质	37
4.3 利用微分提取图像的轮廓	38
4.4 利用模板匹配法提取轮廓	40
4.5 实际提取轮廓举例	41
4.6 制作二值轮廓图像	42
4.7 整理轮廓线(细线化)	43

第 5 章 图像中噪声干扰的去除	51
5.1 何谓图像的噪声	52
5.2 利用平滑化去除噪声的方法	53
5.3 中值滤波方法	54
5.4 二值图像的噪声去除	56
5.5 其他技术方法	57
 第 6 章 清晰图像的制作	 63
6.1 何谓清晰的图像	64
6.2 增强对比度	64
6.3 自动增强对比度	67
6.4 浓度直方图的平坦化	70
6.5 通过着色使图像更清晰	71
 第 7 章 图像特征的研究	 77
7.1 利用图像特征进行自动识别	78
7.2 二值图像的特征参数	78
7.3 图像的标签化	81
7.4 利用特征参数提取图像	82
7.5 利用特征参数去除噪音	84
7.6 更高级的特征参数	85
 第 8 章 图像色彩的变化	 95
8.1 色彩信息的处理	96
8.2 制作色彩条	97
8.3 色彩的研究	98
8.4 亮度、色调、色度的变化	100

第 9 章 利用色彩提取图像	109
9.1 利用色彩区分图像	110
9.2 色彩分布的研究	110
9.3 利用色彩的分布分离图像	112
9.4 合成图像	113
 第 10 章 图像形状的变化	125
10.1 何谓几何学变换	126
10.2 图像大小的变化	127
10.3 位置的变化	131
10.4 图像的旋转	132
10.5 更复杂的变形	133
 第 11 章 利用频率进行图像处理	147
11.1 频 域	148
11.2 向频域的变换	149
11.3 离散傅里叶变换(DFT)	152
11.4 图像的二维傅里叶变换	154
11.5 滤波处理	157
 第 12 章 图像数据的压缩	171
12.1 未来的可视电话	172
12.2 可逆编码与非可逆编码	172
12.3 二值图像的编码法(游程长度编码法)	173
12.4 预测编码法(DPCM)	174
12.5 可变长编码法(霍夫曼编码法)	175
12.6 图像数据压缩实例	178
 附录——Windows, Macintosh, X-Window 用程序	191
参考文献	276

专栏

图像处理专家系统	3
智能编码法与计算机图形相结合	6
神经元计算机(neuro computer)	9
图像处理专用子程序包	16
研究用标准图像	19
二值图像处理	27
像素的近邻	54
平均值、方差、标准方差	58
纹 理	84
光的波长与色彩	99
彩色电视信号中的色差信号	101
利用亮度、饱和度、色相分离图像	112
彩色背景为何多选用蓝色	113
电视中的特殊效果	131
同次坐标表示	135
复 数	151
欧拉公式	153
振幅与相位	156
采 样	157
卷 积	159
离散的与周期的	161
可视电话	174
图像的数据量	175
传送 DPCM 数据时的注意事项	177
网络的数据压缩	179
图像压缩编码标准	181
采用 DCT 方法压缩图像	183

知识点

(一) Hello, C C 语言编程简介	10
(二) Mouse, C Windows 环境下的 C 程序	20
(三) 如何使用菜单	33
(四) 如何实现对话框编程	48
(五) 图像显示的编程	61
(六) 如何与其他程序进行数据交换	76
(七) 图像的打印输出	92
(八) 画面上的文字显示	106
(九) 图像数据的读出或写入磁盘——图像的文件格式	120
(十) 利用振动法显示图像	143
(十一) Macintosh 环境下的工作	168
(十二) 在 X-Window 环境下工作	190

第1章

图像处理概述

