

黑魔方TM
www.heimofang.com

北京现代富博科技有限公司
陈兵旗 孙 明

编著

Visual C++ 实用图像处理

专 业 教 程



清华大学出版社



北京现代富博科技有限公司 编著
陈兵旗 孙 明

Visual C++ 实用图像处理

专 业 教 程

清华大学出版社

内容简介

本书共分 13 章。第 1 章介绍了图像处理的发展现状和图像处理的基本特点；第 2 章介绍了图像处理的基本概念，以及 Visual C++ 图像处理编程的基本方法。以后各章分别介绍了区域分割与提取、边缘检测与提取、图像平滑、图像增强、特征选择与描述、彩色变换、彩色分割、几何变换、频率变换、图像压缩、小波变换等图像处理知识，以及相应的可自由调用的 C 语言图像处理源程序。在最后的附录里列出了专业版 Imgcx 的 Visual C++ 界面源程序。

本书随书光盘中包含有配套学习版软件 Imgcx 和专业版软件 Imgc，可供读者学习和分析使用。

本书适用于 Visual C++ 中级读者以及图像处理专业人员参考，适合于各高等院校 Visual C++ 程序设计及图像处理课程的教学和科研。



版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual C++ 实用图像处理专业教程 / 陈兵旗, 孙明编著. —北京: 清华大学出版社, 2004.3

(黑魔方丛书)

ISBN 7-302-08155-7

I. V… II. ①陈…②孙… III. C 语言—程序设计—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 013347 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
责任编辑: 田在儒
装帧设计: 吴文越

印刷者: 北京四季青印刷厂
装订者: 三河市金元装订厂
发行者: 新华书店总店北京发行所
开 本: 185×230 印张: 28.5 插页: 2
彩插: 2 字数: 575 千字
版 次: 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-302-08155-7/TP·5893
印 数: 1~5000
定 价: 48.00 元 (附光盘 1 张)

形成知識體系 著重實際
應用 導引自主學習 促進
社會普及

祝賀

計算機大型系列叢書出版

張致祥



二〇〇三年
十月

总序

四十多年前，当我国刚刚研制出最初的几台计算机时，只有极少数科学家会使用计算机来做科学计算。那时，在一般人的眼中，计算机是非常神秘的，更不用说去使用它了。然而，时至今日，计算机已经走下科学家的殿堂，来到了老百姓的身边。现在，使用计算机已变成了人们的“家常便饭”，甚至连儿童也会用计算机来玩游戏和上网了。确实，今天我们正处在一个信息时代，计算机已经无所不在，它进入了各行各业，它改变着人们的工作、学习和生活，它已经成为人们不可或缺的工具和伴侣；于是，使用计算机也就从早期的少数专家特有的本领变成了如今人人都可拥有的基本技能。但随之，人们也就面临一个新问题：这就是如何普及计算机教育？如何使广大群众更快、更好地掌握使用计算机的技能？如何使他们能用计算机为国家、为社会、为自己做更多的工作，创造更多的财富？显然，要解决好这个问题，迫切需要一套为普及计算机使用技能而专门设计的好书，正是在这种需求下，清华大学出版社的《黑魔方丛书》应运而生了。

从这套丛书的出版思路、体系结构和进度计划来看，它具有不同于一般丛书的特点：

一、它建立了一个较为科学的计算机图书出版体系，这对于今后计算机图书出版的规范化将起到良性的引导作用。《黑魔方丛书》涉及到计算机应用的各个方面，它既可以单独学习也可以连续深入钻研，这对于普及计算机应用是很有积极意义的。该丛书的丰富内容可以说是对现在市场上铺天盖地的计算机图书所做的系统提炼，在知识更新率极高的计算机图书领域，该丛书起到了承上启下的作用。

二、它创造了一种由读者自由选择学习内容的体系。读者可根据《计算机学习金手册》，对照自己的实际情况选择适用的图书，这可以使读者更有目的地进行学习，与盲目找书、盲目学习相比，显然可以节约时间和金钱。

三、它可以帮助读者掌握学习方法、找准学习方向。在学习中，有时人们会抱怨，花了很大力气却学不到什么东西，这往往是没有掌握学习方法，没有找准学习方向。《黑魔方丛书》在这方面下了功夫，它可以有效地帮助读者掌握学习方法、找准学习方向。这样，这套图书的作用就不仅仅是灌输知识，它还能帮助读者提高学习效率、提升思维能力。

最近，我国载人飞船顺利升空，这标志着我国在发展科学技术方面取得了重大进展。但是在欢庆这一重大成就的同时，我们也应清醒地认识到，我国还是一个发展中国家，在计算机方面也远远落后于发达国家。为此，我们必须奋起直追，大力普及计算机教育。我们相信《黑魔方丛书》将为此发挥重要的作用，它也将因此得到广大读者的喜爱。



出版说明

新世纪应该有新气象，“黑魔方”就是这样。

作为一套建设中的计算机大型系列丛书，“黑魔方”将以图书出版为纽带，带动计算机技术与经验的广泛交流、积累，在图书编写、出版、推广、服务等方面进行有意义的探索和创新，积极促进计算机技术的社会应用普及。

现在，“黑魔方”图书已陆续和读者见面了。细心的读者会发现，“黑魔方”有很多与众不同之处。但这也仅仅是开始，随着更多读者和其他热心人的参与和支持，“黑魔方”必将越做越好，最终为社会贡献出一套由广大读者、作者、编辑和其他人士共同参与建设起来的精品计算机丛书。

为了便于读者更深入地了解“黑魔方”，这里我们把策划和出版“黑魔方”丛书的一些思路和想法简要说明一下，希望能和更多的读者交流、探讨。

有关体系和规范

计算机的应用领域十分广泛，各种新技术也层出不穷，这便给计算机的学习者带来困难。学什么，往哪个方向学，采用什么学习方法，前景如何？等等，这些问题是很多学习者无法真正搞清楚的。如果搞不清楚，在选择学习用书时就会有一定的盲目性。如何帮读者解决这个问题？“黑魔方”进行了积极的摸索。“学习蓝图”和《计算机学习金手册》是“黑魔方”的第一次尝试。它们从实用的角度出发，将计算机在人们生活和工作中的主要应用状况加以归纳，尽可能地理清脉络、形成体系并提供简要介绍，以期给读者和出版者提供较为一致的选择图书和出版图书的参考依据。

促进计算机图书的出版走向规范化，则是“黑魔方”考虑的另一个重要问题。“黑魔方”首先尝试从书名、层次划分等方面加以规范。在“黑魔方”中，每本书的书名都是严格按照丛书编委会制定的统一标准命名的。一个书名中代表的难易层次和写作风格都是固定的，避免出现同样叫“*****精通”的两本书所讲述内容和难易程度迥然不同的情况。

有关出版模式和作者队伍

“黑魔方”采用开放式的图书出版模式。一者，“黑魔方”的丛书体系构成比较开放，没有固定的图书品种、出版周期等方面的限制，随时可以根据社会发展需要加以变通和完善；二者，专门为“黑魔方”开设了一个专题网站，作为一个联结读者、作者、编辑的广泛交流平台，在此平台基础上任何一位热心者均可以参与“黑魔方”的规划建设，并从中受益。

另外，在丛书作者队伍方面也采用开放形式，面向全社会，任何一位有能力的作者均可以加入到“黑魔方”的作者队伍中来。“黑魔方”采用科学的淘汰和奖惩机制，以保证作者

队伍的健壮。

有关出版印刷和配套服务

在图书定价与印刷质量权衡的问题上，每个出版者或读者都会有不同的观点。“黑魔方”在寻求二者平衡点的同时，始终把读者的感受放在第一位，在每一本“黑魔方”图书的出版印刷的每一个细节上都反复审度，以求带给读者更舒服的读书享受。比如，在正文印刷字体、字号的选择上，就经过反复的比较、试验，才最终选择了现在的字体、字号，因为这种字样在视觉上比较整洁舒服，长期阅读不容易劳累；在正文印刷用纸上，选择了质地轻软、手感柔和的再生纸，等等。

“黑魔方”不仅仅重视图书质量，而且重视图书的售后服务。包括，建立了“黑魔方”专题网站，设立了直接意见反馈渠道、设立了技术支持及问题解答的专线，同时，根据需要将开展配套的培训服务、电视讲座服务、在线指导服务、作者巡回报告服务，等等。一切有利于读者计算机学习的服务均将先后开展。

以上的说明，只是介绍了“黑魔方”某些方面，“黑魔方”还包含有很多很多的创意和革新，需要读者去慢慢发现和理解。

“它山之石，可以攻玉”。“黑魔方”的成长和壮大，仅仅依靠一个出版社的力量是远远不够的，我们期望能有越来越多的人士或团体加入到“黑魔方”的建设队伍中来，和我们一道为探索计算机图书出版的变革，以及为推动我国计算机事业的发展做出贡献！

清华大学出版社第二事业部
2004年1月



导读

感谢您选择本书，为了能更好地帮助您学习本书的知识，请仔细阅读下面的内容。

读者对象

- 本书适用于大专院校的教学和科研。通过本书，学生不仅可以系统地学习图像处理知识，还可以学会 C 语言编程和 Visual C++ 的界面编程的相关知识。
- 本书也可以用作图像处理课程的辅助教材或者自学教材。图像处理的初学者，可以通过本书由浅入深系统地学习图像处理知识；而有一些 C 语言编程基础的读者，则可以将各章后面的图像处理源代码输入到学习版 Imgcx 的 Visual C++ 的界面上，起到良好的自学图像处理编程的效果。
- 对于讲授图像处理课程的教师、科研人员和专业人士，可以直接使用配套的专业版软件 Imgc 提供的处理界面，也可以通过调用、复制或者修改图像处理源代码，来实现自己的图像处理的目的。

知识背景

近几十年来随着计算机技术的蓬勃发展，图像处理技术也得到了空前的发展和应用。目前，图像处理技术已经广泛应用于工业、军事、医学、交通、农业等各个领域，成为各个学科学习和研究的对象。随着图像处理技术的广泛应用，学习和掌握这门科学显得格外重要，图像处理已经成为信息技术相关领域的核心课程，我国一些高等院校已经把“图像处理”作为信息与信号处理、通信与电子系统、模式识别、机器人视觉、机电一体化、电子工程、信息工程、计算机科学与技术、遥感与军事侦察、农业工程、生物医学工程等专业和领域的本科生或者研究生课程。

本书特色

图像处理技术是一门实践性很强的科学，如果不能用计算机程序将其表达出来，理论的东西将很难被理解，更不可能被应用。但是，以往的教材过于注重概念和原理而忽略了实践环节，过于注重理论性而忽略了实用性，往往极力采用数学公式以突出理论性，如果学生不是数学迷的话将很难应付，因为不善于公式推导等导致半途而废的情况并不少见。本书对以往教材的模式进行了改革，使学生能在实践中理解和掌握图像处理技术。例如用图文并茂的直观的解说代替烦琐的数学推导过程，提供各个处理过程的源程序使学生能上机实践，以加深对图像处理算法的理解，而且对提供的源程序稍加改动就可以组成自己的图像处理程序，使本书具有很强的实用性。另外，书中对所出现的关键词语都加上了英文对照，为读者阅读

图像处理相关的英文资料提供帮助。

写作环境

为了方便大多数读者的使用，本书在编写时采用了 Visual C++ 6.0 为讲解蓝本，针对 Visual C++ .NET 的用户，书中给出了相应的项目升级办法。本书的图像处理实例程序用到了专业版的源程序 Imgc 和学习版 Imgcx，这是一套完全可执行的 Visual C++ 界面源代码，界面内容包括图像的表示、读入和保存，主要用于学生的课后编程练习和自学。

光盘内容

本书配套光盘主要包括以下目录：

- 学习版 Imgcx 打开文件夹 Imgcx，执行 SetUp，按提示安装 Imgcx。该书各个章节所处理的图像都包含在安装后的文件夹...Imgcx\Image 里。
- 专业版 Imgc 介绍该书配套的专业版软件 Imgc。专业版软件包括该书全部图像处理的 C 语言源程序以及可执行的 Visual C++ 界面源程序，可以满足大学教师、科研人员以及图像处理专业人员的需要。
- ImageSys 试用版 包括通用图像处理系统 ImgeSys 的介绍和试用版的安装程序。

详细的使用方法请参见光盘中的“光盘使用说明.doc”文件。

技术支持

本书由北京现代富博科技有限公司（网址 <http://www.fubo-tech.com>）提供全套技术支持，学习版 Imgcx 可以从该公司的网站免费下载。如果购买专业版 Imgc 也请直接与该公司进行联系。

本书作者皆为归国学者，都有十多年图像处理技术的开发和教学经验，在国内外学术期刊上发表有大量关于图像处理方面的学术论文。

阅读帮助

如果您在阅读本书的过程中有什么困难，您可以登录到“黑魔方”专题网站，网址是 <http://www.heimofang.com>。这是大家共同交流的平台，在那里会有很多的作者、老师、读者、编辑在一起交流，在相关的栏目中发求助帖子，您的问题会很快得到解答。除上述方法外，也可以使用下面的方式寻求帮助。

- 发电子邮件到 laix@tup.tsinghua.edu.cn
- 打电话给 010-62783449 或发传真给 010-62771155
- 发信到北京清华大学出版社第二事业部 《黑魔方丛书》编委会 收（邮编 100084）



目录

第 1 章 走进图像处理世界

2	1.1	基于计算机的图像处理
3	1.2	各种图像处理的特点
5	1.3	数字图像处理的特征

第 2 章 图像处理的基础知识

8	2.1	图像处理的硬件构成
9	2.2	数字图像与 Visual C++
11	2.3	彩色图像
12	2.4	灰度图像
12	2.5	位图文件格式
15	2.6	采样与量化
16	2.7	图像处理的基本步骤
17	2.8	配套软件的使用方法
40	2.9	配套函数的说明

第 3 章 区域的分割与提取

54	3.1	如何提取物体
54	3.2	基于阈值的区域分割与提取
56	3.3	阈值的确定

第 4 章 边缘检测与提取

66	4.1	边缘与图像处理
66	4.2	边缘性质的描述
67	4.3	基于微分的边缘检测与提取
69	4.4	基于模板匹配的边缘检测与提取
71	4.5	边缘检测与提取的实例
72	4.6	二值边缘图像的制作
74	4.7	细线化处理

第 5 章 图像平滑

84	5.1	关于图像噪声
85	5.2	图像平滑
86	5.3	中值滤波
88	5.4	二值图像的平滑
89	5.5	其他相关技术

第 6 章 图像增强

98	6.1	清晰图像
98	6.2	对比度增强
100	6.3	自动对比度增强
103	6.4	直方图均衡化
104	6.5	伪彩色增强

第 7 章 特征选择与描述

114	7.1	基于图像特征的自动识别
114	7.2	二值图像的特征参数
117	7.3	区域标记
118	7.4	基于特征参数提取物体
119	7.5	基于特征参数消除噪声
121	7.6	高级特征参数

第 8 章 彩色变换

132	8.1	彩色信息处理
133	8.2	彩条制作
134	8.3	颜色描述
138	8.4	亮度、色调、饱和度的更改

第 9 章 彩色分割

148	9.1	彩色信息
148	9.2	颜色分布

150	9.3	基于颜色分布提取物体
150	9.4	图像合成

第 10 章 几何变换

164	10.1	关于几何变换
165	10.2	放大缩小
169	10.3	平移
170	10.4	旋转
171	10.5	复杂变形
173	10.6	齐次坐标表示

第 11 章 频率变换

188	11.1	频率的世界
189	11.2	频率变换
192	11.3	离散傅立叶变换
194	11.4	图像的二维傅立叶变换
196	11.5	滤波处理

第 12 章 图像压缩

214	12.1	未来的电视电话
214	12.2	无损编码与有损编码
215	12.3	二值图像编码
216	12.4	预测编码
217	12.5	变长编码
219	12.6	图像压缩的实例
222	12.7	图像压缩的标准格式

第 13 章 小波变换

236	13.1	连续小波变换
238	13.2	二阶小波
240	13.3	信号的分解与重构
245	13.4	双尺度关系

249	13.5 离散小波变换
254	13.6 二维离散小波变换
255	13.7 图像的小波变换

附录 专业版 Imgc 的界面和程序

270	附 1.1 系统界面
295	附 1.2 阈值处理
303	附 1.3 直方图
323	附 1.4 微分变换
330	附 1.5 特征提出
343	附 1.6 颜色变换
355	附 1.7 彩色分割
377	附 1.8 图像合成
395	附 1.9 几何变换
404	附 1.10 傅立叶变换
410	附 1.11 图像压缩
432	附 1.12 小波变换

第 1 章

走进图像处理世界



1.1 基于计算机的图像处理

在这个高度信息化的社会中，图形图像和计算机在人们的生活中显得越来越重要。于是用计算机处理图像的技术也得到了迅速的发展和普及。

图像(image)有各种各样的形式，图 1-1 对各种图像进行了归纳。根据处理图像的种类、处理结果的精度、处理速度的不同，有必要选择不同的处理方法。

现在电视机的显像管已经被用在个人计算机的显示器中，我们也可以在个人计算机中观看电视节目了。随着图像处理技术和计算机技术的发展，摄取图像的环境也越来越多，图 1-2 给出了一些示例。当然，随着技术的进步，模拟世界的电视机已经吸收了数字化技术和计算机技术，开始了全数字化的数字电视广播。打印机也从原来只能处理文字和灰度图像发展到能够处理彩色动态图像了。计算机图形学(computer graphics)和图像处理(image processing)是随着计算机技术的发展兴起的两种技术，但是它们相互作用，共同成长，现在已经很难把它们严格区分开来了。

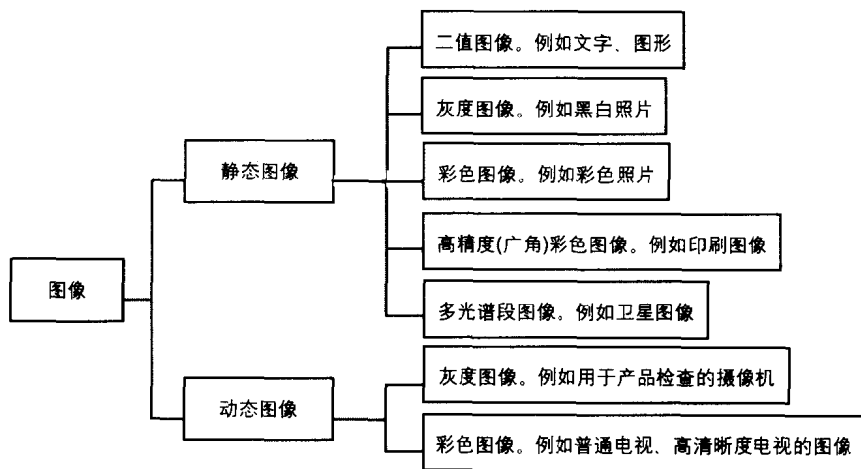


图 1-1

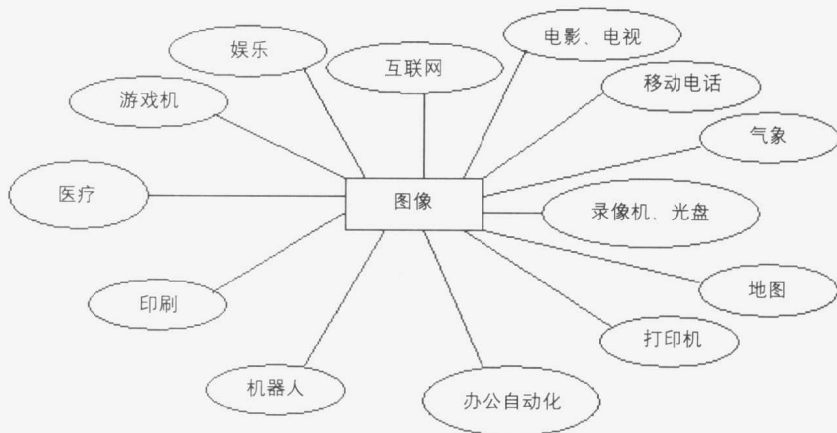


图 1-2

1.2 各种图像处理的特点

电视机中的特殊效果、自动售货机中纸币的读取、邮政编码的自动识别等都用到图像处理技术。图像处理应用越来越广泛，例如，在医院里很早就使用 X 射线与显微镜照片来诊断疾病，现在采用计算机处理图像已经成为疾病诊断的重要方法。

另外，把人体内的状态进行图像化的特殊图像处理装置也在疾病诊断中使用。例如 MRI (magnetic resonance imaging, 核磁共振成像) 和 CT (computed tomography, 计算机断层摄影)，图 1-3 是 MRI 图像与 CT 图像的融合切片图，左侧的 MRI 图像显示软组织形态，而右侧的 CT 图像显示骨骼的结构。以前不解剖就不可能知道的脑中状态，现在由图像处理就可以近似模拟出来了。这个方法是划时代的，许多医学书籍甚至已经被 MRI 图像与 CT 图像重新改写。

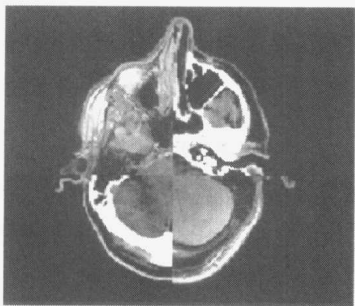


图 1-3

图像处理的对象非常广泛，图像处理技术也应用于越来越多的领域中，如表 1-1 所示。

表 1-1 各种各样的图像

应用领域	图像示例
办公室	文本、画面、商标
医学	X 射线图像、超声波图像、显微镜图像、MRI 图像、CT 图像
遥感	地球资源卫星 (landsat) 图像、气象卫星图像、航空图片、地图
工厂	IC 模式图、工业摄像机拍摄的图像
电影电视	各种照片 (风景、人物)、计算机图形学图像、电影电视、摄像机拍摄的图像
其他	民俗资料、用于研究的图像、指纹、印刷图像

下面给出几种实际应用在我们身边的图像处理。

1. 办公室中的图像处理

对于文本和画面上的应用，主要是对黑白二值图像进行处理。例如，对文本图像上文字的自动判别、自动识别手写画面等。

2. 医学中的图像处理

在医学领域中很早就开始处理 X 射线照片和显微镜中的成像等大量图像，利用图像处理技术进行了染色体的分析与细胞的自动分类等研究，这是图像处理最先进的领域。

另外，由于近年来科学技术的快速发展，出现了可以把无法看见的世界图像化的方法。前面说明的 MRI 和 CT 就是代表性的实例，现在还出现了使用超声波来观察胎内婴儿动作的装置。

3. 遥感图像处理

这是处理从人造卫星拍摄的图像，使资源信息和气象信息等图像化的方法。主要应用在农业、渔业、环境污染调查、城市规划等方面。

4. 工业中的图像处理

在工厂自动化中也使用各种图像处理。主要用在缺欠品的自动检查、产业用机器人的视觉等方面。为了在安装和生产线上使用，对于从摄像机输入的图像，有必要进行高速简单的处理。

5. 电视、电影中的图像处理

在电视、电影领域中，作为特殊效果来使用的情况很多，如在新节目制作方法的开发中利用图像变形或者如图 1-4 所示的图像合成等，其中 (a) 是前景图像，(b) 是背景图像，(c) 是图像合成。

