



程序员书库

陆宗骥 编著

C/C++ 图像处理编程



清华大学出版社

程序员书库

C/C++图像处理编程

陆宗骐 编著

北 京

内 容 简 介

本书以图像处理编程为主线,将图像的显示、存储、处理与采集的基础知识集中在一起,使读者对计算机图像能有比较完整的了解。本书既介绍原理又给出实现的 C 语言及 C++ 程序,程序实例在 VC 下编译、调试,并在 Windows 环境下运行。

本书第 1~4 章介绍图像显示与存储的基础知识及其编程。第 5~9 章介绍图像处理的常用算法及其编程。第 10~12 章介绍 Windows C、VC++ 及 C++ Builder 环境下的图像编程。第 13 章介绍电视图像采集卡的工作原理及编程方法。读者可到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 下载本书演示程序的全部源代码、相关的字库文件以及所需的图像。

本书可作为图像处理编程人员的参考书,以及少学时、应用型数字图像处理课程的教材。书中包含许多常用的图像处理子程序,故也可作为图像处理的程序库使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

C/C++图像处理编程/陆宗骥编著. —北京:清华大学出版社,2005.1

(程序员书库)

ISBN 7-302-09531-0

I. C… II. 陆… III. 图像处理—C 语言—程序设计 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 094430 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

组稿编辑: 胡伟卷

文稿编辑: 刘金喜

封面设计: 王 永

版式设计: 康 博

印 刷 者: 北京市世界知识印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 33.75 字 数: 779 千字

版 次: 2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09531-0/TP·6632

印 数: 1~4000

定 价: 48.80 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

计算机图像处理技术最早于20世纪60年代出现于遥感和医学图像处理的研究中,70年代在欧美的大学中正式成为教学课程,80年代初我国的许多高校也相继开设了这门课程,我们华东理工大学则于80年代中期开始设置这门课程,采用冈萨雷斯的专著《数字图像处理》作为教材。

近年来,计算机技术突飞猛进。目前,即使家用计算机的功能也已足够强大,足以满足图像处理的要求。这样,计算机的普及改变了计算机教学纸上谈兵的状况,图像处理的教学中也增加了上机实验的内容。同时,由于教学改革强调少而精,课时有了较大的缩减,本专业的学生毕业后真正从事图像处理工作的并不多。因此,从20世纪90年代初开始我们逐渐改变课程的教学内容,从注重理论转向强调基础、注重应用。将课程改造为普及型的计算机图像课程,同时增加了上机实验,借以普及计算机图像知识,提高C语言编程能力,进而加深对计算机工作原理的理解。为此自编了教材以及相应的演示程序。本书是十余年来这方面工作的总结。

图像处理及其相关知识可用表1来概括。从事图像处理工作而不会编程是不可思议的,为此至少应该掌握一种编程语言,其中首选的是C语言。在表1中,第2类知识——图像基础知识目前还没有专门的书籍进行介绍,一般散见于图像编程类图书(如《VC++图像处理程序设计》、《图像文件格式大全》)和介绍图形/图像的应用软件(如Photoshop、CorelDraw等)的图书中,零散而不完整。而数字图像处理教材则只介绍第3、第4类知识。本书与之不同,以介绍第2类知识为起点,结合介绍第1和第3类知识,既介绍原理又给出实现的C及C++程序。全书除了第1章外,第2~13章都有演示程序。第4类知识理论性较强,没有选入本书。

表1 图像处理及其相关知识

序号	知识类型	内 容
1	编程语言	C语言(DOS、Windows)、VC++、C++ Builder、MATLAB
2	图像基础知识	图像显示原理、图像文件格式、图文界面制作、人机交互原理、图像的采集
3	常用图像处理算法	图像增强、图像分割、图像的描述与分类
4	图像处理专题	图像变换、图像编码、图像复原、图像重建等

在图像基础知识方面,本书介绍了图像显示原理、图像文件格式、图文界面制作、人机交互原理以及图像的采集等内容。

在图像处理方面则以程序实例的形式出现,介绍了二三十种常用的图像处理算法与典型应用,既介绍算法、编程原理及操作步骤,又提供所需的图像和调用方法,最后还能显示处理效果。

演示程序的特点是渐进、综合、可视化。渐进是指演示程序以增量方式编制,即后面的程序可调用前面已出现过的程序,这样可使后面的程序只需介绍新出现的内容,从而使大部分程序的篇幅保持在两页左右,便于学习、理解。综合是指演示程序本身

就是一种典型应用，程序展示了实现的步骤、过程和最终结果。可视化是指演示程序尽量能用生动的画面或动态过程来显示，其中后者既是原理的演示，又是一种程序调试方法的展示。

编程方面强调一个基本思想，即图像的处理与编程环境无关。因此在 4 种编程环境(DOS、Windows C、VC++和 C++ Builder)下都提供了一组图像处理的基本子程序，作为图像处理的底层基础。以此将程序中的图像处理部分同编程环境有关的部分相分离，使得重点突出、容易理解、便于入门。由于软件系统的层次结构，使得提供的图像处理程序在各种编程环境下都可以使用或能方便地进行移植。

基于上述通用性，本书中图像处理的程序主要以 C 语言编写，前几年在 DOS 环境的 TC 2.0 或 BC 3.1 下编译、调试，在 DOS 环境下运行。现在通过仿真也能在 VC 下编译、调试，在 Windows 环境中运行了。本书后面部分介绍了将它们移植到 Windows C、VC++与 C++ Builder 环境的方法。

计算机编程的技能需要经过大量的编程实践才能获得，而编程练习往往是相当枯燥乏味的。图像处理编程则不同，它比较生动、直观，可以提高学习编程的兴趣。万事开头难，学习编程也一样，开始时几乎是走一步错一步。因此，学习编程的捷径是从观摩、模仿现成的例子程序开始。笔者学习 C 语言编程和计算机图形学就是从学习 TC 2.0 提供的图形功能演示程序 BGIDEMO 开始的，效果极好。在本书的编写过程中也采用了这种方法，在介绍原理的同时提供相应的演示程序供读者学习、参考。

读者可到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 下载本书演示程序的全部源代码、相关的字库文件以及所需的图像。

由于本书以图像处理编程为主线，因此在图像处理知识的介绍方面比较简略，只能是初步的，无法做到全面、完整。若需要进一步研究，请参考数字图像处理书籍。

对于不同的编程环境，本书只提供了图像处理的基本子程序和一组演示程序，以及一些最为基本的操作，作为学习该环境下图像处理编程的入门。至于 Windows C、VC++和 C++ Builder 编程的专门知识，限于篇幅，本书不予介绍，请参阅相关参考资料。

多年来，笔者在教学和科研工作中得到了上海交通大学图像所施鹏飞教授，华东理工大学信息学院高敦岳、吴勤勤教授，以及原上海医科大学徐元鼎教授的支持与帮助，借此机会向他们表示衷心的感谢。

笔者在科研工作中使用 OK 系列图像采集卡多年，因此将此卡的内容也编入了本书。在以前的工作中以及本书的编写过程中都得到了北京嘉恒中自图像技术有限公司的支持，公司技术部门的杨森和何鹏同志还审核了有关 OK 系列采集卡的内容，在此一并表示感谢。

演示程序中的多幅图像选自本专业的博士研究生梁诚、宋培华和张晓光的学位论文，在此也向他们表示感谢。

本书的编写还得到了华东理工大学教材立项的资助，对于学校教务处的关心和支持在此深表谢意。

最后，对清华大学出版社出版本书表示由衷的感谢。

陆宗骥

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数字图像与图像处理	1
1.1.1 图像	1
1.1.2 数字图像	3
1.1.3 图像处理的主要内容	5
1.1.4 图像处理的应用	6
1.2 颜色模式	8
1.2.1 颜色的分类和特性	8
1.2.2 RGB 颜色模式	11
1.2.3 CMYK 颜色模式	12
1.2.4 HSV(HSB、HLS)颜色模式	14
1.3 数字图像处理系统	15
1.3.1 图像处理系统的构成	15
1.3.2 图像的输入设备	16
1.3.3 高分辨率彩色显示器与图形显示卡	20
1.3.4 图像的硬拷贝	21
第 2 章 图像显示原理	23
2.1 彩色图像显示原理	23
2.1.1 黑白图像显示电路	23
2.1.2 不同图像类型的显示原理	25
2.1.3 调色板	28
2.1.4 调色板原理	29
2.1.5 图像数据的存储、传送和处理	31
2.2 VESA 视频标准	33
2.2.1 显示模式与视频服务程序	33
2.2.2 VESA BIOS 的功能及其调用方法	34
2.2.3 VESA 视频标准下的特征参数	35
2.3 图像显示与处理用基本子程序	38
2.3.1 控制参数与基本子程序	38
2.3.2 模式的设置	39
2.3.3 显示存储器中像素数据的读、写	40
2.3.4 数据的成块传输	41
2.3.5 调色板单元的存取	45
2.3.6 基本子程序的源程序	47

2.4	DOS 程序的 Windows 仿真	49
2.4.1	软件的层次结构	49
2.4.2	软件接口	50
2.4.3	仿真程序的特点	50
2.4.4	接口程序的源程序	52
2.4.5	图像处理演示程序的内容	55
2.5	基本图形功能	57
2.5.1	默认调色板和颜色的设置	57
2.5.2	矩形窗口填色及其应用	58
2.5.3	直线的绘制	60
2.5.4	圆的绘制与充填	61
2.5.5	图形功能基本子程序的源程序	62
2.6	图形功能演示	66
2.6.1	程序功能	66
2.6.2	程序内容	66
2.6.3	相关子程序原型	67
2.6.4	图像显示模式下的简单图形功能	69
第 3 章	图像文件格式	74
3.1	概述	74
3.1.1	图像文件	74
3.1.2	图像文件的结构	74
3.1.3	图像文件的常用参数	75
3.1.4	图像文件的类型	77
3.1.5	图像显示与存储的过程	77
3.1.6	不同显示格式间像素数据的转换	79
3.2	BMP 文件格式	84
3.2.1	BMP 文件的结构	84
3.2.2	位图文件头与位图信息头	85
3.2.3	主要参数	86
3.2.4	256 色图像颜色数据的转换	87
3.2.5	子程序原型	89
3.2.6	BMP 文件读、写子程序	90
3.2.7	读、写与显示 BMP 图像文件	93
3.3	PCX 文件格式	95
3.3.1	PCX 文件的结构	95
3.3.2	文件头结构	96
3.3.3	主要参数	97
3.3.4	子程序介绍	97

3.3.5 演示程序	98
3.4 GIF 文件格式	100
3.4.1 GIF 文件的结构	100
3.4.2 主要参数	101
3.5 TGA 文件格式	102
3.5.1 TGA 文件的结构	102
3.5.2 文件头结构	103
3.5.3 主要参数	103
3.6 TIF 文件格式	104
3.6.1 TIF 文件的结构	104
3.6.2 文件内部的数据结构	104
3.6.3 数据编码	106
3.6.4 TIF 图像文件示例	108
3.6.5 主要参数	109
3.7 图像的简单处理	110
3.7.1 图像的复制、漫游与移动	110
3.7.2 256 色图像的反相及色彩变化	111
3.7.3 图像的马赛克及整数倍缩放	111
3.7.4 图像的正交角旋转	113
3.7.5 真彩色图像的颜色分量	113
3.7.6 演示程序	113
第 4 章 图文界面的制作	123
4.1 图符和汉字的显示	123
4.1.1 引言	123
4.1.2 汉字字库文件的格式	124
4.1.3 子程序介绍	126
4.1.4 8×16 西文字库的获取	127
4.1.5 子程序源程序	128
4.1.6 24×24 点阵字体的变形	130
4.1.7 汉字与字符的显示	131
4.2 人机交互与动态图像	133
4.2.1 键盘与键值	134
4.2.2 鼠标及其控制	134
4.2.3 动态图像显示原理	135
4.2.4 子程序介绍	135
4.3 图像像素数据的显示	140
4.3.1 编程目的	140
4.3.2 程序内容	140

4.3.3	子程序原型	140
4.3.4	演示程序	141
4.4	真彩色模式下图形、图像的显示	143
4.4.1	虚拟调色板	143
4.4.2	图形的通用显示	146
4.4.3	不同类型图像的同屏显示	147
4.4.4	子程序介绍	149
4.4.5	演示程序	149
第5章	图像的点处理	152
5.1	屏蔽与叠加	152
5.1.1	编程原理	152
5.1.2	子程序介绍	153
5.1.3	演示程序	154
5.2	投影与平均定位	155
5.2.1	编程原理	155
5.2.2	子程序介绍	156
5.2.3	演示程序	157
5.3	灰度直方图	159
5.3.1	编程原理	159
5.3.2	子程序介绍	160
5.3.3	演示程序	162
5.4	灰度变换	164
5.4.1	编程原理	164
5.4.2	子程序介绍	165
5.4.3	演示程序	167
5.5	伪彩色显示	168
5.5.1	编程原理	168
5.5.2	子程序介绍	169
5.5.3	演示程序	171
5.6	图像的任意角旋转	174
5.6.1	图像的几何变换	174
5.6.2	编程原理	175
5.6.3	一维数组转换成二维数组	176
5.6.4	子程序介绍	176
5.6.5	演示程序	177
5.7	图像的非整数倍缩放	179
5.7.1	编程原理	179
5.7.2	直接生成图像的二维数组	180

5.7.3	子程序介绍	180
5.7.4	演示程序	181
第 6 章	图像的邻域处理	184
6.1	邻域平均	184
6.1.1	邻域处理	184
6.1.2	卷积与卷积模板	185
6.1.3	编程原理	188
6.1.4	子程序介绍	188
6.1.5	演示程序	189
6.2	中值滤波	191
6.2.1	编程原理	191
6.2.2	子程序介绍	191
6.2.3	演示程序	193
6.3	常规边缘检测	195
6.3.1	编程原理	195
6.3.2	子程序介绍	196
6.3.3	演示程序	199
6.4	带方向的边缘检测	202
6.4.1	编程原理	202
6.4.2	子程序介绍	202
6.4.3	演示程序	205
6.5	Laplacian 边缘增强与素描	209
6.5.1	二值图像的勾边	209
6.5.2	边缘和导数	209
6.5.3	Laplacian 边缘增强	210
6.5.4	Laplacian 素描	211
6.5.5	子程序介绍	213
6.5.6	演示程序	214
6.6	Sobel 边缘细化	216
6.6.1	编程原理	216
6.6.2	细化方法的改进	216
6.6.3	子程序介绍	218
6.6.4	演示程序	219
6.7	高斯型 laplacian 算法	222
6.8	霍夫(Hough)变换	224
6.8.1	编程原理	224
6.8.2	子程序介绍	225
6.8.3	演示程序	226

第7章 二值与彩色图像的处理	229
7.1 图像的二值化	229
7.1.1 编程原理	229
7.1.2 子程序介绍	230
7.1.3 演示程序	231
7.2 大津法二值化	234
7.2.1 编程原理	234
7.2.2 子程序介绍	234
7.2.3 演示程序	236
7.3 数学形态学运算	237
7.3.1 编程原理	237
7.3.2 子程序介绍	239
7.3.3 演示程序	240
7.4 距离变换	246
7.4.1 编程原理	246
7.4.2 二维两字节整数数组的建立	248
7.4.3 子程序介绍	248
7.4.4 演示程序	250
7.5 线条细化	251
7.5.1 编程原理	251
7.5.2 子程序介绍	252
7.5.3 演示程序	254
7.6 RGB 与 HSV 颜色模式间的转换	255
7.6.1 编程原理	255
7.6.2 子程序介绍	255
7.6.3 演示程序	256
7.7 色调数据的二值化	260
7.7.1 编程原理	260
7.7.2 子程序介绍	261
7.7.3 演示程序	262
7.8 光密度	265
7.8.1 编程原理	265
7.8.2 光密度与对比灵敏度	265
7.8.3 非线性边缘检测	266
7.8.4 朗伯一比耳定律	267
7.8.5 子程序介绍	268
7.8.6 演示程序	269
7.9 灰度形态学	270

7.9.1	编程原理	270
7.9.2	子程序介绍	271
7.9.3	演示程序	275
第 8 章	轮廓跟踪	277
8.1	链码表与线段表	277
8.1.1	区域的两种表示方法	277
8.1.2	链码表	278
8.1.3	轮廓的绘制与周长的计算	279
8.1.4	线段表	280
8.1.5	区域参数的计算以及区域的充填与复制	281
8.1.6	演示程序	283
8.2	轮廓跟踪原理	286
8.2.1	单区域轮廓跟踪	286
8.2.2	链码表至线段表的转换	289
8.2.3	多区域跟踪	292
8.2.4	二值化表	294
8.2.5	不同类型的跟踪	294
8.3	链码与曲线形状	298
8.3.1	三点链码和及其计算方法	298
8.3.2	边界的基本参数	300
8.3.3	形状特征	302
8.3.4	细胞分割举例	304
8.3.5	演示程序	306
8.4	粘连区域的跟踪计数	309
8.4.1	粘连区域的计数	309
8.4.2	核心尺寸的确定	309
8.4.3	演示程序	310
8.5	徒手画	313
8.5.1	徒手画制作模板	313
8.5.2	图像块的拖动	315
8.5.3	演示程序	316
第 9 章	线段编码	319
9.1	线段编码原理	319
9.1.1	行程编码与线段	319
9.1.2	线段编码的步骤	320
9.1.3	子程序介绍	321
9.1.4	演示程序	324

9.2	线段表至链码表的转换	327
9.2.1	线段的分类	327
9.2.2	转换过程	329
9.2.3	子程序介绍	331
9.2.4	演示程序	337
9.3	区域与孔的分割	339
9.3.1	外边界与孔边界	339
9.3.2	两类边界分离的步骤	340
9.3.3	子程序介绍	340
9.3.4	演示程序	343
9.4	直方图估值法	346
9.4.1	线长直方图与面积直方图	346
9.4.2	线长直方图估值法	347
9.4.3	面积直方图估值法	348
9.4.4	子程序介绍	349
9.4.5	演示程序	350
9.5	距离变换图中搜索种子点	353
9.5.1	距离变换图中的核心区域与种子点	353
9.5.2	种子点的搜索	354
9.5.3	搜索的步骤	355
9.5.4	子程序介绍	356
9.5.5	演示程序	359
9.6	分水岭算法	361
9.6.1	编程原理	361
9.6.2	等值线跟踪法	362
9.6.3	分割线的确定	364
9.6.4	子程序介绍	366
9.6.5	演示程序	374
第 10 章	Windows 编程初步	377
10.1	Windows 编程	377
10.1.1	Windows 简介	377
10.1.2	事件驱动程序设计	378
10.1.3	窗口主函数	378
10.1.4	窗口过程	380
10.1.5	资源文件	381
10.1.6	演示程序框架	382
10.2	Windows 图形编程	387
10.2.1	图形设备接口(GDI)	387

10.2.2	设备描述表	388
10.2.3	映像模式和坐标系统	389
10.2.4	画笔、画刷及基本图形元素	389
10.2.5	演示程序	393
10.2.6	图形功能的实现	398
10.3	设备相关位图与设备无关位图	400
10.3.1	设备相关位图(DDB)	400
10.3.2	设备无关位图(DIB)	401
10.3.3	演示程序中两种位图的作用	402
10.3.4	与位图有关的常用 Windows GDI 函数	403
第 11 章	Windows 图像编程	406
11.1	图像的备份	406
11.1.1	窗口的备份	406
11.1.2	设备参数的获取	406
11.1.3	DDB 的建立	407
11.1.4	DDB 的调用与初始化	408
11.1.5	DDB 显示演示程序	410
11.2	BMP 图像的显示与存储	412
11.2.1	设备无关位图结构 IMAGE	412
11.2.2	DIB 至 DDB 间的数据传递	413
11.2.3	BMP 图像文件的显示与存储	413
11.2.4	图像显示演示程序	415
11.3	图像处理基本子程序	418
11.3.1	图像处理与绘图的差异	418
11.3.2	Windows 图像处理基本子程序	418
11.3.3	基本子程序的调用	420
11.3.4	基本子程序演示程序	422
11.4	鼠标事件及其处理	426
11.4.1	鼠标事件	426
11.4.2	线条上像素数据的保存与恢复	428
11.4.3	屏幕窗口的截取	429
11.4.4	多幅图像的同屏显示与同步漫游	430
11.4.5	演示程序	432
11.5	图像处理实例	438
11.5.1	颜色分量的分离	438
11.5.2	图像的任意角旋转	441
11.5.3	演示程序	443
11.5.4	其他处理实例	444

第 12 章 C++图像编程	447
12.1 设备无关位图类	447
12.1.1 概述	447
12.1.2 CDIB 的定义	448
12.1.3 DIB 参数	449
12.1.4 CDIB 的调用	450
12.1.5 演示程序	451
12.2 C++ Builder 图像处理演示程序	453
12.2.1 概述	453
12.2.2 位图类的属性	453
12.2.3 C++ Builder 图像处理实例	454
12.2.4 CDIB 的定义	455
12.2.5 CDIB 的调用	460
12.2.6 演示程序的设置	460
12.3 VC++ 图像处理演示程序	461
12.3.1 概述	461
12.3.2 演示程序的结构	462
12.3.3 图像处理类的定义	463
12.3.4 DIB 的读入、存储和显示	464
12.3.5 图像处理类的实现	466
12.3.6 文档与视	473
第 13 章 图像的采集	482
13.1 动态图像的采集	482
13.1.1 电视图像采集卡	482
13.1.2 OK 系列 PCI 图像卡	483
13.1.3 采集过程中的图像对象	484
13.2 C 语言图像采集程序	486
13.2.1 基本采集子程序	486
13.2.2 采集子程序原型	498
13.2.3 图像采集演示程序	499
13.3 C++ 图像采集程序	504
13.3.1 图像采集类的定义	504
13.3.2 C++ Builder 图像采集程序	506
13.3.3 VC++图像采集程序	511
附录 A 演示程序说明	519
参考文献	521

第1章 绪论

本章要点

- 数字图像的基本概念、图像处理的主要内容及其应用
- 颜色的特性、颜色轮及3种颜色模式
- 图像处理系统的组成、图像的常用输入与输出设备

1.1 数字图像与图像处理

1.1.1 图像

1. 图像及图像的类型

图像是记录在介质上的客观景物的映像，如照片、电影、电视等。当用数学方法描述一幅图像时，常常着重考虑它的点的性质，它可以被看成是各个坐标点上光强度的集合，图像上的点通常称为像素(Pixel)。图像的最普遍的数学表达式为

$$I=f(x, y, z, \lambda, t) \quad (1.1.1)$$

其中， x, y, z 为空间坐标， λ 为波长， t 为时间， I 为像素上的光强度。采用不同的自变量和光强度范围可得到不同类型的图像，如表1-1所示。

表 1-1 不同类型的图像及其参数

图像类型	坐标(x, y)	坐标/z	波长/ λ	时间/ t	光强度/ I	实例
黑白二值图像	*				黑色与白色	普通印刷品
黑白灰阶图像	*				多层次	黑白照片
彩色图像	*		红、绿、蓝		多层次	彩色照片
多光谱图像	*		4~7 波段		多层次	遥感照片
立体图像	*	左右视图			多层次	航测照片
动态序列图像	*		(*)	*	多层次	电视图像

注：表中*表示该类图像需要此参数，带括号时表示此参数可有可无。

从结构上看,最基本的图像是黑白灰阶图像(如黑白照片),它可以看成光强度的两维函数,黑白图像像素的光强度通常称为灰度,灰度可在最亮值和最暗值之间取值。彩色图像可看成三幅灰阶图像的合成,它们分别表示图像的红、绿、蓝分量。同样,多光谱图像可看成多幅灰阶图像的合成,每个光谱段的分量对应一幅灰阶图像。立体图像可看成两幅灰阶图像的合成,一幅为左视图,另一幅为右视图,由同一点在左、右视图中的不同坐标可计算出第三维深度信息。动态序列图像由一系列灰阶图像组成,当然,也可有彩色的动态序列图像等。黑白二值图像则是黑白灰阶图像的一个特例,它的灰度只有两种可能,即只有黑色和白色,没有中间色。了解不同图像间的这种关系,对于后面理解图像数据的存储结构会有很大的帮助。

2. 成像方式

人们获取图像通常有两种方式,即反射成像与透射成像。在反射成像的情况下,入射光与反射光在反射介质的同一侧,我们看书报杂志和照片就是这种情况。在透射成像的情况下,入射光与透射光在透射介质的两侧,我们隔着玻璃看窗外的物体就是这种情况,如图 1-1 所示。

反射率等于反射光强度与入射光强度之比,透射率则等于透射光强度与入射光强度之比。它们都是反映介质特性的量值。例如,书本上印有文字的部分反射率低,空白部分反射率高,在同等光强度的照射下反射率低的部分看起来就暗,反之就亮。

通过反射模型可以校正成像过程中造成的失真,通过透射率可以测量物体的厚度或组分的含量,以及液体的浓度等。

3. 灰度与光密度

图像记录了每个像素上的光强度,对于黑白图像而言光强度称为灰度。通常,在计算机图像中灰度用一个一字节整数来表示,取值 0~255,0 值对应黑色,255 对应白色,中间值对应中间的灰度等级。也有用百分比表示灰度的,如在著名的图像处理软件 Photoshop 中,100%表示黑色,0%表示白色。

还有一个描述像素的光学特性的物理量——光密度,它在照相和印刷界则直接称为密度。它是对光强度取十进对数得到的数值,即

$$D = \lg I \quad (1.1.2)$$

光密度没有单位。在图像应用中还有一个十分重要的概念——动态范围,它是指图像上可测得的最强光与最弱光之间的光密度差。在不同的介质上,图像的动态范围不同,印刷品的为 0~1.8,报纸的最大动态范围在 1.2 左右,中、高档扫描仪的 CCD 器件在 2.8~3.4 之间,胶卷图像的则高达 4.0。

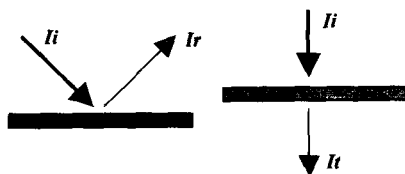


图 1-1 反射成像与透射成像