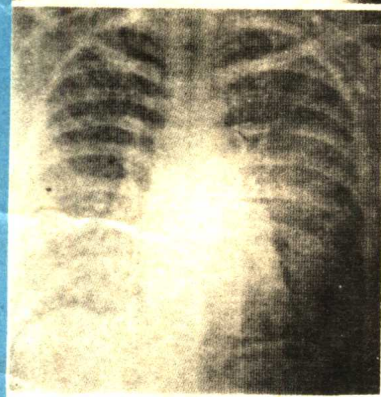
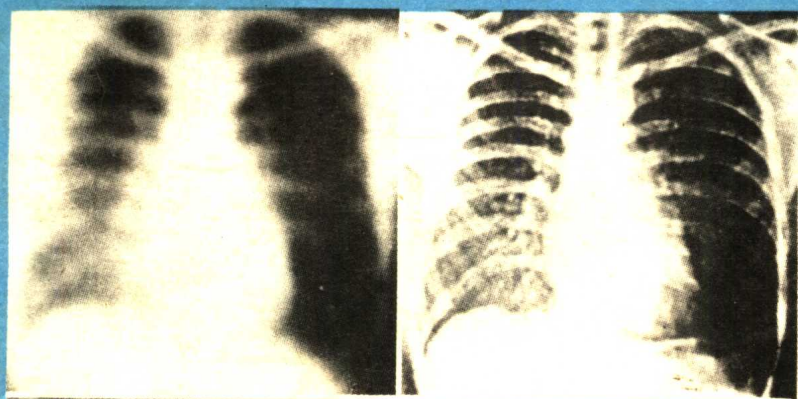


# 实用微机图象处理

周孝宽 主编  
曹晓光 陈建革 编著  
周付根 姜志国



北京航空航天大学出版社

# 实用微机图象处理

周孝宽 主编  
曹晓光 陈建革 编著  
周付根 姜志国

北京航空航天大学出版社

(京)新登字 166 号

# 实用微机图象处理技术

本书向读者介绍在微机上实现数字图象处理有关的基本知识、原理、技术、技巧。全书包括：数字图象处理基本知识，数字图象的显示与存储，典型图象处理算法及实用微机图象处理系统等四个部分。内容结合微机，突出实用，包括了各种常用基本图象处理算法与语言程序，并给出了一个微机图象处理与分析软件系统实例。本书精装本并附有书中所涉及到的各种程序的源程序软盘及可供二次开发的图象处理与分析软件系统软盘，定价 100 元，供读者选购。

本书可供一切关心图象处理技术的工程技术人员及各专业大学生、大专生参考。

编著者：周孝宽  
责任编辑：韦秋虎  
出版者：北京航空航天大学出版社  
印刷者：朝阳科普印刷厂

- 书名：实用微机图象处理
- 编著者：周孝宽
- 责任编辑：韦秋虎
- 出版者：北京航空航天大学出版社(100083)
- 印刷者：朝阳科普印刷厂
- 发行：新华书店总店科技发行所
- 经售：全国各地新华书店
- 开本：787×1092 1/16
- 印张：24.75
- 字数：633.6千字
- 印数：6000册
- 版次：1994年10月第一版
- 印次：1994年10月第一次印刷
- 书号：ISBN 7-03-001245-9
- 定价：24元

# 前 言

数字图象处理技术是随计算机的成熟而迅速发展的重要技术领域,它已在一切科学研究领域及工业生产,医疗诊断、资源、环境、气象及交通监测,文化教育等等众多的领域中得到了广泛的应用,取得了巨大的经济与社会效益。并且这一技术应用的深、广度仍在不断扩大,其发展势头有增无减。

近年来,由于计算机性能不断提高,价格不断降低,也由于图象处理方法与技术的发展与完善,使得图象处理已不再是一种必须依靠昂贵的专用电子设备才能实现的处理技术,也不再是一种必须由专家们来开发与使用的专门技术。它已成为一种可以在廉价的微机(即个人计算机)上实现的、凡掌握计算机编程语言的任何人都能开发,并且人人都能使用的一种实用处理技术。数字图象处理技术作为多媒体技术的主要组成部分,已随多媒体技术的推广应用深入到生活的方方面面,步入千家万户的日常生活。

本书正是针对微机图象处理技术有着广泛的应用前景这一现实,向读者介绍在微机上实现数字图象处理所需掌握的有关基本知识、原理、技术与技巧。全书结合微机,突出实用。既介绍必要的概念、原理、方法与技术,又辅以必要的示例程序和实用程序。

本书是针对非计算机专业的一般技术人员而编写的,并且认为读者已掌握计算机编程语言(对于未掌握计算机编程语言的读者,通过自学补上这一部分也不是很困难的)。

全书共分四大部分,即:数字图象处理基本知识,数字图象的显示与存储,典型图象处理算法及实用微机图象处理系统等。第一部分是向不熟悉数字图象处理的读者介绍图象处理有关基本概念与基本原理。已熟悉这些基本知识的读者可以略去一部分。第二部分重点介绍如何在一台典型的微机系统上实现数字图象的显示、存储与打印输出。这是在微机上实现数字图象处理的核心。第三部分具体介绍常用数字图象处理算法在微机上实现的技术与基本技巧。第四部分介绍一个具体的实用微机图象处理系统及其开发过程。编者希望通过这一部分的介绍,能帮助初学者迅速建立自己的微机图象处理系统。

书中凡涉及到应用微机的部分,均附有具体的示例程序,所有程序均收入在所附的两张软盘中。软盘一:包括第二部分及第三部分中所引用的库程序及示例程序。软盘二:包括第四部分所介绍的,可二次开发的实用程序系统(含源程序、库程序及执行程序)。

第一部分由周孝宽编写,第二部分由曹晓光编写,第三部分由陈建革编写,第四部分由周付根、姜志国编写。全书由周孝宽审校。

由于水平所限,书中难免有差错与缺陷,欢迎读者批评指正。

编 者 1994.5

# 目 录

## 第一部分 数字图象处理基本知识

### 引 言

<b>第一章 图象与图象处理</b> .....	(2)
§1 图 象 .....	(2)
§2 图象处理 .....	(3)
§3 图象处理与计算机图形学 .....	(4)
§4 图象处理的特点 .....	(5)
§5 图象处理的应用领域 .....	(7)
<b>第二章 数字图象处理基本原理</b> .....	(9)
§1 数字图象 .....	(9)
1.1 抽 样 .....	(10)
1.2 量 化 .....	(11)
1.3 抽样与量化参数的选择 .....	(12)
§2 用计算机处理数字图象.....	(13)
2.1 数字图象的矩阵表示 .....	(13)
2.2 二维数组和图象的关系 .....	(13)
2.3 对二维数组处理的基本程序框架 .....	(14)
§3 直方图.....	(15)
3.1 直方图的性质 .....	(15)
3.2 直方图的应用 .....	(15)
§4 图象在空域上的处理.....	(16)
4.1 图象处理功能分类 .....	(20)
4.2 局部处理与全局处理 .....	(21)
§5 图象在变换域上的处理.....	(29)
5.1 二维正交变换 .....	(29)
5.2 二维离散傅立叶 .....	(29)
5.3 其它正交变换 .....	(33)
§6 图象的表示与数据结构.....	(35)
6.1 图象的数据结构 .....	(35)

6.2	其它型式的数据存储格式 .....	(37)
§ 7	数字图象的几何变换 .....	(39)
7.1	图象几何变换原理 .....	(40)
7.2	坐标变换 .....	(41)
7.3	灰度插值 .....	(43)

## 第二部分 数字图象的显示、存储与打印

### 附录一 数字图象处理系统开发环境

#### 引言

第三章	微机图象处理系统开发环境 .....	(47)
-----	--------------------	------

§ 1	概述 .....	(47)
-----	----------	------

§ 2	基本硬件环境 .....	(47)
-----	--------------	------

2.1	CPU .....	(47)
-----	-----------	------

2.2	PC 机图形显示适配器 .....	(49)
-----	-------------------	------

§ 3	基本软件环境 .....	(58)
-----	--------------	------

3.1	DOS 操作系统 .....	(58)
-----	----------------	------

3.2	MS-Windows 窗口操作环境 .....	(58)
-----	-------------------------	------

3.3	MS-C 编程环境 .....	(59)
-----	-----------------	------

3.4	Turbo-C 和 Borland-C++ 语言 .....	(60)
-----	--------------------------------	------

§ 4	PC 机图象处理系统的专用部件和专用设备 .....	(60)
-----	----------------------------	------

4.1	图象采集卡与 CCD 摄像头 .....	(61)
-----	----------------------	------

4.2	扫描仪 .....	(61)
-----	-----------	------

4.3	专用图象输出设备 .....	(62)
-----	----------------	------

4.4	多媒体产品 .....	(62)
-----	-------------	------

4.5	PC 机常用图象软件简介 .....	(62)
-----	--------------------	------

§ 5	PC 图象处理系统总体方案设计 .....	(63)
-----	-----------------------	------

5.1	PC 图象处理系统的硬件配置 .....	(63)
-----	----------------------	------

5.2	PC 图象处理系统的软件运行环境和开发环境的選擇 .....	(65)
-----	--------------------------------	------

5.3	示范图象处理软件的系统结构 .....	(66)
-----	---------------------	------

第四章	图象显示 .....	(68)
-----	------------	------

§ 1	Turbo-C 和 Borland-C++ 语言系列的图形函数库简介 .....	(68)
-----	--	------

§ 2	VGA 图象显示模块 .....	(68)
-----	------------------	------

2.1	程序清单 .....	(68)
-----	------------	------

2.2	程序说明 .....	(74)
-----	------------	------

2.3	图象处理程序的内存模式 .....	(76)
-----	-------------------	------

2.4	VGA 图象显示模块的设计考虑 .....	(77)
-----	-----------------------	------

§ 3	图象采集卡驱动模块 .....	(80)
-----	-----------------	------

3.1	图象采集卡及其低层驱动程序 .....	(80)
-----	---------------------	------



§ 10	点处理函数说明	(202)
§ 11	点处理库函数及有关源程序清单	(204)
<b>第八章</b>	<b>区处理</b>	(215)
§ 1	概 述	(215)
§ 2	卷 积	(216)
§ 3	低通空间滤波器	(219)
§ 4	高通空间滤波器	(220)
§ 5	边缘增强	(221)
§ 6	图象模糊	(225)
§ 7	中值滤波	(225)
§ 8	区处理函数说明	(225)
§ 9	区处理库函数及有关源程序清单	(228)
<b>第九章</b>	<b>帧处理</b>	(241)
§ 1	概 述	(241)
§ 2	“And”功能	(244)
§ 3	“Or”功能	(246)
§ 4	“Xor”功能	(247)
§ 5	“Add”功能	(248)
§ 6	“Substract”功能	(249)
§ 7	“乘/除”功能	(249)
§ 8	“最大/最小值”功能	(249)
§ 9	“平均”功能	(249)
§ 10	“Overlay”功能	(249)
§ 11	帧处理函数程序说明	(250)
§ 12	帧处理库函数及有关源程序清单	(250)
<b>第十章</b>	<b>几何处理</b>	(259)
§.1	概 述	(259)
§ 2	象素位置和插值	(259)
§ 3	显示纵横比	(261)
§ 4	图象缩放	(263)
§ 5	图象旋转	(267)
§ 6	图象平移	(267)
§ 7	图象镜象	(268)
§ 8	几何处理函数库说明	(269)
§ 9	显示纵横比较正程序代码段说明	(270)
§ 10	几何处理库函数及有关源程序清单	(273)



## 第四部分 实用微机图象处理系统

### 引言

第十一章 实用微机图象系统.....	(287)
§ 1 微机图象系统介绍 .....	(287)
§ 2 图象显示的基本方法 .....	(287)
2.1 窗口灰度显示法.....	(287)
2.2 半色调图象显示法.....	(288)
2.3 灰度图象显示.....	(288)
2.4 彩色图象显示(伪彩色、假彩色和真彩色) .....	(289)
§ 3 TVGA 卡硬件结构分析 .....	(290)
3.1 图象模式及视频存储器.....	(290)
3.2 TVGA 卡视频显示原理 .....	(290)
3.3 TVGA 卡内存映射关系 .....	(291)
3.4 TVGA 卡颜色分布 .....	(291)
§ 4 TVGA 卡扩展图象模式应用及编程 .....	(292)
4.1 基本操作步骤.....	(292)
4.2 程序清单.....	(294)
4.3 显示一幅黑白图象.....	(307)
4.4 显示一幅彩色图象.....	(311)
§ 5 以 TVGA 卡为核心的微机图象处理系统的开发.....	(316)
5.1 系统的基本组成.....	(316)
5.2 系统支持软件.....	(316)
§ 6 典型应用:以 TVGA 卡为核心的颗粒图象分析系统 .....	(346)
6.1 系统框架的建立.....	(346)
6.2 系统功能及图象处理分析算法的实现.....	(347)
6.3 程序清单.....	(353)

# 源程序索引表

文件序号	文件名	文件内容	页数	页码
3-1	HELLOVGA.C	VGA 图象显示例子	4	56
4-1	VGA.H	VGA 图象显示模块头文件		69
4-2	VGA.C	VGA 图象显示模块源程序		70
4-3	DIGITIZE.H	图象采集卡驱动模块头文件		81
(785) 4-4	GVIDEO.C	灰度图象采集源程序		83
(785) 4-5	PVIDEO.C	窗口灰度图象采集源程序		86
(785) 4-6	ALLVIDEO.C	全分辨率灰度图象采集源程序		89
(785) 4-7	CVIDEO.C	真彩色图象采集源程序		96
(785) 4-8	IMAGECOM.ASM	采集图象自动显示汇编程序		115
(885) 4-9	MISC.H	示范系统类型定义头文件		116
(885) 4-10	PCX.H	PCX 文件读写模块头文件		127
(885) 4-11	PCX.C	PCX 文件读写模块源程序		129
(885) 4-12	TIFFINTF.H	TIFF 文件读写模块头文件		162
(885) 4-13	TIFF.C	TIFF 文件读写模块源程序		163
(885) 4-14	PRINT.PRJ	图象打印程序工程文件		180
(885) 4-15	PRINTER.H	图象打印程序头文件		180
(885) 4-16	PRINT.C	图象打印程序源程序		181
(885) 4-17	PTPROCESS.H	点处理程序头文件		204
(885) 4-18	PTPROCESS.C	点处理函数源程序		205
(885) 4-19	PTTEST.PRJ	点处理示例程序工程文件		210
(885) 4-20	PTTEST.C	点处理示例程序源程序		210
(885) 4-21	ARPROCESS.H	区处理程序头文件		228
(885) 4-22	ARPROCESS.C	区处理函数源程序		229
(885) 4-23	ARTEST.PRJ	区处理示例程序工程文件		236
(885) 4-24	ARTEST.C	区处理示例程序源程序		237
(885) 4-25	FRPROCESS.H	帧处理程序头文件		250
(885) 4-26	FRPROCESS.C	帧处理函数源程序		251
(885) 4-27	FRTEST.PRJ	帧处理示例程序工程文件		253
(885) 4-28	FRTEST.C	帧处理示例程序源程序		253
(885) 4-29	GEPROCESS.H	几何处理程序头文件		273
(885) 4-30	GEPROCESS.C	几何处理函数源程序		274
(885) 4-31	GETEST.PRJ	几何处理示例程序工程文件		281
(885) 4-32	GETEST.C	几何处理示例程序源程序		282
(885) 4-33	TVGA89.H	TVGA 卡驱动程序头文件		294
(885) 4-34	TVGA89.C	TVGA 卡驱动程序		295
11-3	SHOW64.C	显示 64 灰度黑白图象源程序		308
11-4	SHOW256.C	显示 256 灰度的黑白图象源程序		310
11-5	RGBTO256.C	RGB 真彩色图象转换成 256 彩色图象源程序		312
11-6	SHOW256C.C	显示 256 彩色图象源程序		315
11-7	MOUSE.H	鼠标器驱动程序头文件		317
11-8	CAD501.H	图象采集板驱动程序头文件		318
11-9	TOOLS.H	图象工具函数头文件		319
11-10	TOOLS.C	图象工具函数源程序		320
11-11	MENU.H	菜单驱动程序头文件		343
11-12	MENU.C	菜单驱动程序		343
11-13	IMPRO.H	图象处理函数库头文件		353
11-14	BHPAS.C	颗粒图象分析系统主控源程序		355



# 第一章 图象与图象处理

## §1 图 象

人类通过眼、耳、鼻、舌、身接受信息,感知世界,并进而认识世界和改造世界。据统计,人类所获得的信息中,约有百分之七十五是以图象的形式,通过以眼睛为入口的视觉系统而获得的。也就是说,图象是人类最主要的信息源。“百闻不如一见”这一成语,正是图象对于人类的重要性的一个简明概括。

粗略地说,图象是任一二维或三维景物呈现在人们心目中的影像。更确切地说,一幅图象是一种代表另一个客体(或对象)的一种写真或模拟;是一种生动的、图形化的描述。也就是说,图象是一种代表客观世界中另一物体的、生动的图形表达,它包含了描述其所代表的物体的信息。例如,一幅猴子的照片,就包含了人眼所看到的、真实猴子的全部形象化的信息。但应注意,上述定义中所包含的图象范围,远比人眼所接收到的(所能看到的)图象范围要宽得多。因为上述定义中还包含许多人眼无法直接接收到的图象信息。例如,红外图象,X光图象等等,这些图象都是客观上存在,且已普遍使用但又是人眼无法直接接收到的图象信息。

借助集合(即凡具有某种特定性质的对象的总合称之为集合)的概念,图象可根据其生成方法或存在型式分成若干类。如图 1.1 所示。所有图象的总体可以看作客观世界的一部分,或

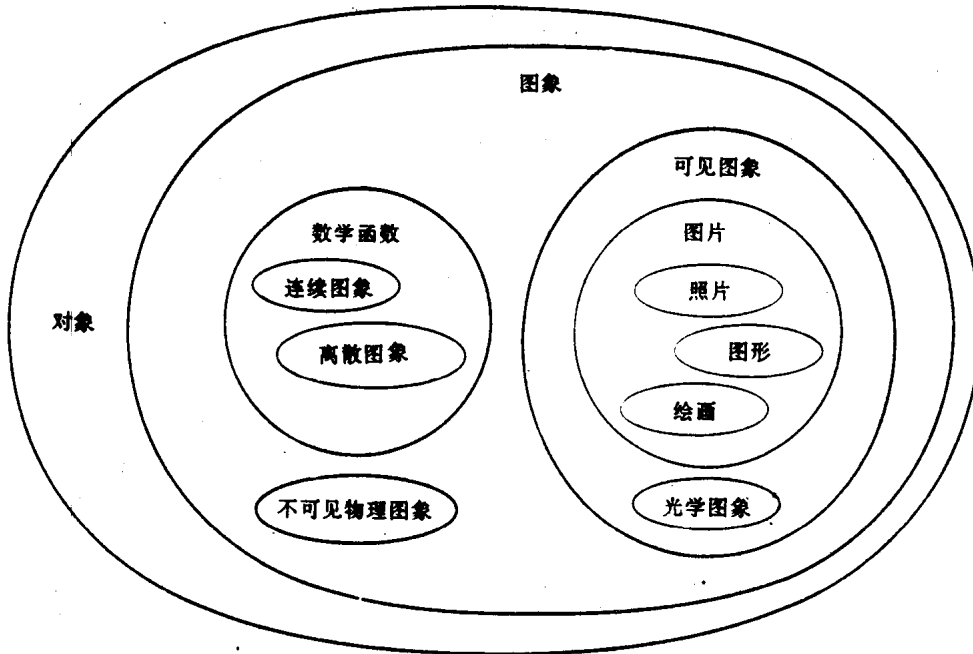


图 1.1 图象类型分类

者叫做客观世界的一个子集。而图象本身又可进一步划分为若干子集(若干类)。图象的各子集中,最重要的一个子集是可见图象子集。该子集包含了全部人眼可见(可接收到)的图象,其中不仅包括了客观存在的光学图象,而且 also 包括了人类用各种不同的方法人工生成的图象,即

照片,图形与绘画。

各种可测到的(客观存在的)物理特征量的空间分布,构成一大类图象,称为物理图象。这些物理特征量是多种多样的,它既包括各种波长的电磁波强度的空间分布不同所构成的图象,也包括如温度分布、压力分布、高度分布、人口密度分布等等所构成的图象。可见光学图象只是电磁波场图象中的一个子集。其余各种物理图象(均是人眼不可见的)构成了不可见物理图象子集。

还应注意,同一个空间点,可以具有多个物理特征。因此,同一对象(或物体)可以有多幅图象。例如彩照(或彩色电视图象),就是每一点均在红、绿、蓝三个波段上有不同强度分布的三幅图象的合成。实际上,对任一个空间点,在该点可测到的物理特征都远远大于3。(但这些特征中绝大部分是人眼不可见的。)因此,任一对象都存在着大量的图象。

图象的另一个子集是抽象的数学图象,即用数学函数代表的图象,它包括了连续型与离散型(即数字图象)两大类。

在所有各类图象中,只有数字图象是可以利用数字计算机直接处理的图象。

## §2 图象处理

所谓处理是指对某一对象作一系列能导致预期结果的操作。也就是说,处理是指为达到特定目标,“改造”处理对象所必须的一系列的、特定的操作。

图象处理就是按特定的目标,用一系列的特定的操作来“改造”图象。所谓特定的目标,可以是使图象更清晰、更美丽动人,也可以是从图象中提取某些特定的信息。

人类研究与应用图象处理技术的历史已很久远。例如哈哈镜就是一种人为地使图象畸变的图象处理工具,望远镜与显微镜则是另一类图象处理工具,照片的放大技术则是一种千家万户受益的图象处理技术。多种多样的图象处理在人类科技发展史上发挥过极其重要的作用。但直到数字计算机问世以前,这些图象处理的共同特点是把图象看作模拟(连续)信号来处理,即都属于图象的模拟处理。

自1946年世界上第一台数字计算机ENIAC问世以来,随着计算机技术的发展与成熟,计算机的应用范围亦从纯数值计算扩展到图形、图象信息处理领域,形成了数字图象处理这一新的学科。随着近年来超大规模集成电路技术与计算机结构、算法的发展,数字图象处理技术取得了惊人的进步,以至现在一提到图象处理几乎都是指图象的数字处理。(计算机用于图象处理或者说计算机图象处理从其含义来说,可以是计算机控制下的模拟处理,也可以是计算机内的数字图象处理或计算机控制下处理数字图象存储器里的图象数据。但后者居多。所以一般认为计算机图象处理与数字图象处理是同义语。)在本书中,除特别声明外,图象处理均指数字图象处理。

图象的数字处理比模拟处理有许多明显的优点。数字处理与光学、照片、录象等类模拟处理的比较见表1.1。数字处理的主要优点是,因为对图象的处理是通过运行处理程序来实现的,所以可灵活、多变地实现各种处理。既可对图象作线性变换处理,亦可作非线性变换处理。并且处理精度高,再现性好。与模拟处理相比,数字处理的主要缺陷是处理速度慢,所需数据存储空间大,从而使数字图象处理成本增高。但近年来,随着半导体技术的不断进步,计算机的处理速度越来越高,存储器的容量不断增大、存储速度不断提高,上述缺点已越来越不明显。数字图象处理已到了实用化及普及应用的阶段。

表 1.1 图象处理方式比较

方式	处理速度	精度	兼容性	应用性
光栅	快	中	好	好
矢量	慢	好	好	好

图象处理与计算机图形学是两个相关的领域，这两个领域不论从概念上或从实用方面来看，都是各自独立发展起来的，但这两个领域往往又是初学者难于分清的一般来说，计算机图形学是研究根据给定的描述(如数学公式或数据等)用计算机生成相应的图形，图象的领域，所生成的图形、图象可以显示在屏幕上，硬拷贝输出或作为数据集存在计算机中，而图象处理则是研究以二维数组型或给定的图象数据，按特定的目的，用计算机对数据俟加工处理，以图象数据或某种描述作为结果输出的一个领域。表 1.2 及图 1.2 总结出了二者之间的差别。

表 1.2 图象处理与计算机图形学的区别

输入	处理	输出
二维数组型	改善象质 (图象变换)	二维数组型
描述	分析	描述

也就对应于两类图象处理。一类是以二维数组型式输入，仍以二维数组型式输出的，即一种由“图象→图象”的处理，其目的主要是改善图象质量(如提高清晰度，消除畸变、噪声等等)。这类处理一般称狭义图象处理。图 1.3 给出了这类处理的一个例子。另一类是以二维数组型式输入，以从输入二维数组所代表的图象中的提取出的特征，用描述型式输出，即一种由“图象→描述”的处理，这类处理叫图象分析与识别。图 1.4 给出了这类处理的一个例子。上述两类处理统称图象处理。

图象处理与计算机图形学两个领域之间往往引起混淆。其原因就在于随着应用领域的不断扩大，跨两个领域的应用不断增多。例如，在图形学领域中，随着计算机辅助设计(CAD)技术的发展，出现了把以往靠手工完成的线条图的跟踪工作改为用图纸识别技术，以实现自动化的动画，而图纸识别技术就需要用到把图纸看作二维数组所表示的图象的图象识别技术。再如图象分析中研究三维信息提取时，三维物体模型描述正是沿用了计算机图形学中所惯用的描述方法。而且，当计算机图形学发展到生成浓淡图时，浓淡图的数据结构就是借用了传统的图象数据结构。当图象处理扩展到分析提取图象特征时，特征的描述又采用了各种常用的图形数据描述方法。这种图象处理与计算机图形两个领域相互借鉴，相互渗透的发展趋势，使得这两个各自独立发展起来的领域，界线越来越显得模糊不清了。

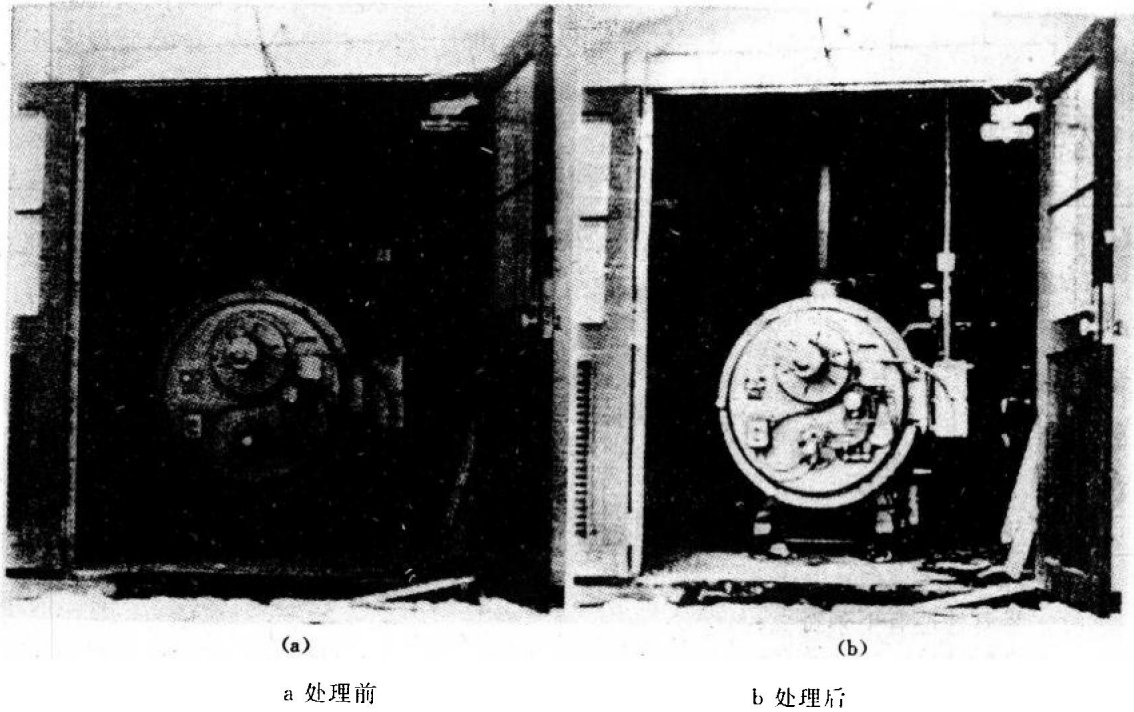


图 1.3 改善图象质量一例

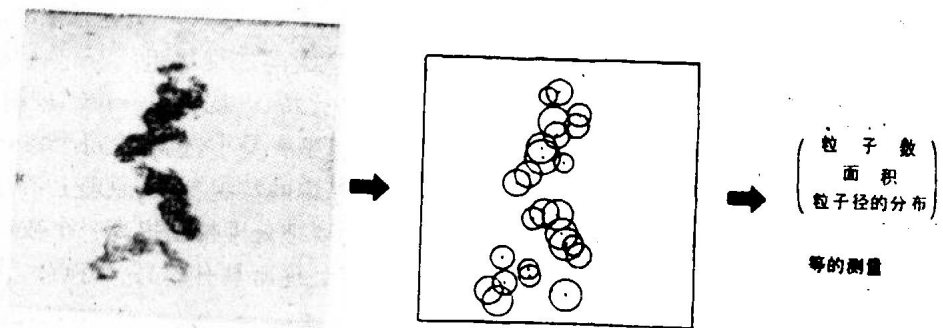


图 1.4 图象分析一例:粒子图象的测量

还应注意到,随着技术的发展,一个领域的研究内容会有所变化,有所发展。图象处理领域的研究内容亦是如此,近年来 CT(计算机断层扫描)及 SAR(合成孔径雷达)这两类图象的重建处理是图象处理领域的新的研究内容(因为上述两类图象重建都不是由描述生成图象,所以也不属于计算机图形学的研究内容)。而且这些重建的内容也没有包括在表 1.2 及图 1.2 中。

#### § 4 图象处理的特点

从图象分类中可以发现,计算机所能处理的数字图象只是图象中的一类(或一个子集)。为使各类图象均能用计算机来处理,就需要将非数字图象转化为数字图象,即将二维平面上连续强度(灰度)分布的图象,转化为与相对应的、以二维数组表示的数字图象。这一转化工作包括了空间抽样与灰度量化两个方面的工作。抽样量化后的点称为象素。(有关抽样量化的进一步的讨论见第二章。)

抽样量化后的数字图象就是一个灰度值的二维数组。该数组若用  $f(x, y)$  来表示时,其含

义是位于坐标 $(x, y)$ 处的象素,其灰度值是 $f(x, y)$ 。根据灰度层次,光谱轴与时间轴上组合方式的不同,数字图象可分为表 1.3 所示各类。由表 1.3 可见,尽管不同类别的图象,其视觉效果不同,对应的实际物背景不同,但在计算机内都是二维数组的集合。因此,研究数字图象处理,最基本的就是研究一个二维组的处理。

表 1.3 数字图象的类别

类别	描述形式	备注
二值图象	$f(x, y) = 0, 1$	文字, 线条图, 指纹等
浓淡图象	$0 \leq f(x, y) \leq 2^n - 1$	黑白照片, 一般 $n = 6 \sim 8$
彩色图象	$\{f_i(x, y)\}, i = R, G, B$	以三基色表示的彩色图象
多光谱图象	$\{f_i(x, y)\}, i = 1, 2, \dots, m$	遥感图象, 一般 $m = 4 \sim 8$
立体图象	$f_L, f_R$	由左、右视点得到的同一物体的象对
动图象(时间序列图象)	$\{f_i(x, y)\}, i = t_1, t_2, \dots, t_n$	动态分析, 动画制作等

数字图象处理有下列特点:

#### 1. 再现性好

数字图象与模拟图象不同,不会因存储、传输或复制而产生图象质量的退化,从而能准确地保持原图象的再现性。

#### 2. 精度高

目前的技术,已几乎可将一幅模拟图象数字化为任意大的二维数组(如,可将每毫米采样为 80 个或更多的象素点)。每个象素的灰度可量化为 12 比特(一比特是一位二进制码)。也就是说,图象数字化精度可以足够高。对计算机来说,不论数组是大是小,也不论每个象素的位数是多是少,其处理程序几乎都一样。也就是说,只要改变程序中的数组参数,原理上不论多高精度图象的处理都是可以实现的。这与图象作模拟处理时,为要把处理精度提高一个数量级就必须大幅度地改进处理装置截然不同。这也正是图象的数字处理所具有的另一特点。

#### 3. 适用面宽

图象有多种多样信息源。可以是可见光图象,也可以是不可见的波谱图象(如 X 射线图象,γ 射线闪烁图,超声波图,红外图象等等)。从视野大小来看,可以小到电子显微镜图象,大到航空照片、遥感图象以至天文望远镜图象。这些不同信息源的图象,只要数字化以后,对计算机来说,都是一幅(或多幅)用二维数组来表示的灰度图象。都可以用计算机来进行处理。也就是说,只要针对不同的图象信息源,采取了相应的图象信息采集措施(实际上这些采集措施都已具备),就图象的数字处理而言,是可以适用于任何图象的。

#### 4. 灵活性大

前面已讨论过,图象处理可大致分为像质改善,图象分析与图象重建等三大部分。这些部分中的每一部分都包含着丰富的内容。表 1.4 给出了上述各部分更详细的内容。由于光学处理从原理上来说,只能进行线性运算,从而极大地限制了其所能完成的处理工作。数字处理则不仅能完成线性运算,而且也可以完成非线性运算。也就是说,凡可以用数学公式或逻辑表达式来表达的一切运算,都可以用数字处理来实现。表 1.4 所列的各类处理工作都可用数字处理来完成。



表 1.4 图象处理方法分类

粗 分 类	中 分 类
象质改善	锐 化 平 滑 复 原 校 正
图象分析	边缘与线的检测 区域分割 形状特征测量 几何计算 纹理分析 匹配
图象重建	投影图象重建 利用象对生成立体象 全息图的再生

### §5 图象处理的应用领域

图象信息既然是人类的主要信息源,图象处理的应用领域就必然涉及到我们生活的一切方面。并且随着人类活动范围的不断扩大(如由可见波段扩大到不可见波段,由地球空间扩大到宇宙空间),其应用领域亦随之不断地扩大。下面仅就目前的主要应用领域作一简要概括。

#### 1. 文字及图纸的读取

文字是人类进行信息交换的一种主要手段,图纸是工程师的语言。二者是当今生活与科技中的主要信息传输手段。从图象角度来看,文字与图纸都是一种最简单的图象——二值图象。二值图象处理是图象处理中开展较早,受到普遍关注,也比较易容着手的一类研究工作。

从模式识别研究初期,人们已开始研究文字识别,其研究对象的发展过程大致是:

数字→英文字符及符号→汉字

单体字→多体字→限制手写体→自由手写体

文字识别目前已部分达到了实用化水平。

图纸的自动读取是目前很活跃的研究课题,它涉及到各种逻辑图和机械设计图的自动判读问题,其中也包括图纸上的文字识别问题(即图文混合状态下的文字识别)。图纸自动读取技术的成熟程度直接影响到 CAD 系统的发展,已有图纸资料的自动输入是各类 CAD 系统当前急需解决的课题之一。

文字、图形与图象混合情况下的自动识别问题,是图、文自动输入中的另一个重要课题。

#### 2. 医用图象处理

医学的发展与人类的健康密切相关,因此从图象处理技术的研究发展初期,图象处理在医学中的应用就引起了人们的普遍关注。不论在基础医学研究或临床诊断上,都有多种多样的图象需要用到图象处理技术,目前以 X 光图象、显微镜图象、放射性同位素图象及超声波图象的处理已成为医学领域中辅助诊断的手段。对染色体分析、血球自动分类、胸部 X 光照片的鉴别及眼底照片的分析等方面都开展了卓有成效的处理研究工作。上述各类研究工作所涉及到的基本上都是浓淡(灰度)图象。近年来又发展到对彩色图象及动态图象的研究。

总的来说,对医学图象的处理,多数属识别处理,技术上难度大,能达到实用化程序的较