

普通高等教育“十一五”规划教材

数字图像处理

陆 玲 王 蕾 桂 颖 编著



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

普通高等教育“十一五”规划教材

数字图像处理

陆 玲 王 蕾 桂 颖 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”规划教材,是作者根据多年的教学经验并参考相关文献编写而成的。书中附有例题可以帮助读者理解算法,同时对主要图像处理算法列出了程序代码,有利于读者进行程序设计。

全书共9章,第1~3章主要介绍数字图像处理的特点、内容、应用及发展,常用图像文件格式,彩色图像的特殊效果处理、界面切换技术及动画技术;第4~6章重点介绍灰度图像的变换、平滑与锐化处理、图像的分割与匹配,图像的基本几何变换,与二值图像相关的形态学运算、几何特征与形状特征;第7~9章重点介绍图像的几种频域变换、常见的图像编码与压缩方法和图像复原的原理。

本书通俗易懂、集理论与实践为一体、具有一定的特色。可作为高等院校相关专业本科生的教材,也可作为研究生参考资料,同时还适用于数字图像处理的初学者。本书附带教学课件。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理 / 陆玲, 王蕾, 桂颖编著. —北京: 中国电力出版社, 2007.6

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-5376-0

I. 数… II. ①陆…②王…③桂… III. 数字图像处理—高等学校—教材 IV. TN911.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第053924号

丛 书 名: 普通高等教育“十一五”规划教材

书 名: 数字图像处理

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路6号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 北京密云红光印刷厂

开本尺寸: 185×260

印 张: 11.25

字 数: 265千字

书 号: ISBN 978-7-5083-5376-0

版 次: 2007年7月北京第1版

印 次: 2007年7月第1次印刷

印 数: 0001—3000册

定 价: 18.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

目 录

前 言

第 1 章 概论	1
1.1 数字图像处理及其特点	1
1.2 数字图像处理的目的和主要内容	3
1.3 图像工程与相关学科	5
1.4 数字图像处理系统	6
1.5 数字图像处理的应用	8
1.6 数字图像处理的发展动向	10
本章小结	10
习题	11
第 2 章 数字图像文件格式	12
2.1 数字图像文件的类型	12
2.2 图像文件的一般结构	12
2.3 BMP 文件格式	13
2.4 GIF 文件格式	15
2.5 PCX 图像文件格式	17
2.6 TIF 图像文件格式	17
2.7 PNG 图像文件格式	19
2.8 JPEG 图像文件格式	23
本章小结	24
习题	24
第 3 章 彩色图像的处理	25
3.1 BMP 文件的读取	25
3.2 彩色图像的特效处理	26
3.3 彩色图像的界面切换技术	32
3.4 彩色图像的动画技术	42
本章小结	44
习题	44
第 4 章 灰度图像处理	45
4.1 彩色图像灰度化	45
4.2 直方图	46
4.3 灰度变换	51
4.4 图像的平滑处理	56

4.5 图像的锐化处理.....	60
4.6 图像的分割.....	66
4.7 图像匹配.....	69
本章小结.....	71
习题.....	71
第5章 图像几何变换	73
5.1 图像平移.....	73
5.2 图像缩放.....	75
5.3 图像的旋转.....	79
5.4 图像镜像.....	81
本章小结.....	83
习题.....	84
第6章 二值图像处理	85
6.1 灰度图像转二值图.....	85
6.2 数学形态学的基本符号与术语.....	86
6.3 二值图像的腐蚀与膨胀.....	87
6.4 击中 / 击不中变换.....	91
6.5 二值图的边界提取.....	92
6.6 二值图的细化.....	92
6.7 二值图的几何特征.....	95
6.8 二值图的形状特征.....	101
本章小结.....	102
习题.....	102
第7章 图像变换	104
7.1 频域世界与频域变换.....	104
7.2 傅里叶变换.....	105
7.3 离散余弦变换.....	112
7.4 离散沃尔什—哈达玛变换.....	114
7.5 小波变换.....	115
本章小结.....	121
习题.....	121
第8章 图像的压缩编码.....	123
8.1 冗余信息与不相干信息.....	123
8.2 图像压缩概述.....	123
8.3 图像编码方法.....	124
8.4 哈夫曼编码.....	124
8.5 香农—范诺编码.....	126
8.6 行程编码.....	128
8.7 LZW 编码.....	129

8.8 算术编码	132
8.9 JPEG 压缩编码	133
本章小结	144
习题	145
第 9 章 图像复原	146
9.1 图像复原的基本概念	146
9.2 非约束复原	151
9.3 最小二乘类约束复原	153
9.4 非线性复原方法	157
9.5 运动模糊图像的复原	159
9.6 其他图像复原技术	162
本章小结	164
习题	164
附录 A JPEG 编码中 AC 系数码表	165
参考文献	169

第 1 章 概 论

数字图像处理是指用计算机对图像进行处理。它广泛用于几乎所有与成像有关的领域。目前数字图像处理技术发展迅速，其应用领域也越来越广，有些技术已相当成熟并产生了较大的效益。当前数字图像处理的主要任务是研究新的处理方法，构造新的处理系统，开拓更广泛的应用领域。

1.1 数字图像处理及其特点

1.1.1 数字图像

用计算机进行图像处理的前提是图像必须以数字格式存储，我们把以数字格式存储的图像称之为数字图像。常见的各种照片、图片、海报、广告画等大多属模拟图像，要将模拟图像数字化后生成数字图像，需要利用数字化设备。目前，将模拟图像数字化的主要设备是扫描仪，将视频画面数字化的设备有图像采集卡。当然，也可以利用数码照相机直接拍摄以数字格式存储的数字图像。数字图像在计算机中均是以数字格式存储的，所以用计算机处理非常方便，可以达到所需的视觉效果和特殊效果。

在计算机中，图像被分割成如图 1-1 所示的像素 (Pixel)，各像素的灰度值用整数表示。

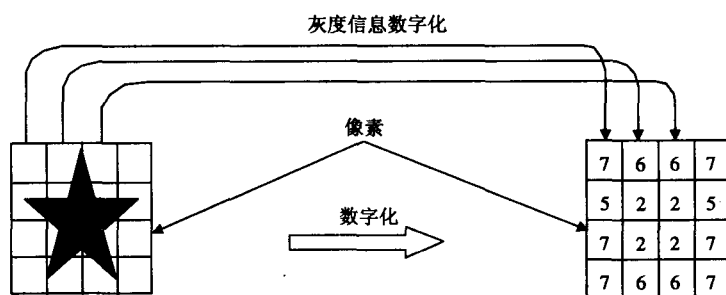


图 1-1 图像数字化示意图

一幅 $M \times N$ 个像素的数字图像，其像素灰度值可以用 M 行、 N 列的矩阵 G 表示如下。

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1N} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2N} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{M1} & g_{M2} & \cdots & g_{MN} \end{bmatrix} \quad (1-1)$$

1.1.2 数字图像处理

1. 数字图像处理

数字化后的图像可以看成是存储在计算机中的有序数据，可以通过计算机对数字图像进行处理。我们把利用计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等的理论、方法和技术称为数字图像处理（Digital Image Processing）。一般地，图像处理是用计算机和实时硬件实现的，因此也称为计算机图像处理（Computer Image Processing）。

在日常生活中，图像处理已经得到了广泛应用。例如：电脑人像艺术，电视中的特殊效果，自动售货机钞票的识别，邮政编码的自动识别和利用指纹、虹膜、面部等特征的身份识别等；而在医学领域，很早以前就采用 X 射线、显微镜照片等来诊断疾病，现在，计算机图像处理已成为疾病诊断的重要手段，用一般摄影方法不能获取的身体内部的状况，也能由特殊的图像处理装置获取，其中最具有代表性的就是 X 射线 CT（Computed Tomograph，计算机断层摄像）。

2. 数字图像处理的重要意义

数字图像处理的产生和迅速发展主要受下述三个方面的影响。

（1）计算机的发展。早期的计算机在计算速度与存储容量方面难于满足对庞大图像数据进行实时处理的要求。随着计算机硬件技术及数字化技术的发展，计算机、内存及外围设备的价格急剧下降，而其性能却有了大幅度的提高。过去只能用大型计算机完成的庞大处理，现在在 PC 机上也能够轻而易举地实现。

（2）数学的发展，特别是离散数学理论的创立和完善，为数字图像处理奠定了理论基础。

（3）军事、医学和工业等方面应用需求的不断增长。自 20 世纪 20 年代，图像处理首次应用于改善伦敦和纽约之间海底电缆发送的图片质量至今，经过几十年的研究与发展，数字图像处理的理论和方法进一步完善，应用范围更加广阔。数字图像处理已经成为一门新兴的学科，并在向更高级的方向发展。如在景物理解和计算机视觉方面，图像处理已由二维处理发展到三维理解或解释。近几年来，随着计算机和各个相关领域研究的迅速发展，科学计算可视化、多媒体技术等研究和应用的兴起，数字图像处理从一个专门领域的学科，变成了一种新型的科学研究和人机界面的工具。

1.1.3 数字图像处理的特点

（1）处理精度高，再现性好。利用计算机进行图像处理，其实质是对图像数据进行各种运算。由于计算机技术的飞速发展，计算精度和计算的正确性毋庸置疑；另外，对同一图像用相同的方法处理多次，也可得到完全相同的效果，具有良好的再现性。

（2）处理效果易于控制。在图像处理中，可以任意设定或变动各种参数，能有效控制处理过程，达到预期的处理效果。

（3）处理的多样性。由于图像处理是通过运行程序进行的，因此，设计不同的图像处理程序，可以达到各种不同的处理目的。

（4）图像数据量庞大。图像中包含有丰富的信息，可以通过图像处理技术获取图像中包含的有用的信息，但是，数字图像的数据量巨大。一幅数字图像是由图像矩阵中的像素（Pixel）

组成的,通常每个像素用红、绿、蓝三种颜色表示,如果每种颜色用8 bit表示灰度级,则一幅 1024×1024 不经压缩的真彩色图像,数据量达3 MB(即 $1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit} \times 3 = 24 \text{ Mb}$)。X射线照片一般为64~256 Kb的数据量,一幅遥感图像为 $3240 \times 2340 \times 4 = 30 \text{ Mb}$ 。如此庞大的数据量给存储、传输和处理都带来巨大的困难。如果精度及分辨率再提高,所需处理时间将大幅度增加。

(5) 处理费时。由于图像数据量大,因此处理比较费时。

(6) 图像处理技术综合性强。数字图像处理涉及的技术领域相当广泛,如通信技术、计算机技术、电子技术、电视技术等,当然,数学、物理学等领域更是数字图像处理的基础。

1.2 数字图像处理的目的是主要内容

1.2.1 数字图像处理的目的是

一般而言,对图像进行加工和分析主要有如下三方面的目的。

(1) 提高图像的视感质量,以达到赏心悦目的效果。如去除图像中的噪声,改变图像的亮度、颜色,增强或抑制图像中的某些成分,对图像进行几何变换等,从而改善图像的质量,以达到或真实的、或清晰的、或色彩丰富的、或意想不到的艺术效果。

(2) 提取图像中所包含的某些特征或特殊信息,以便于计算机对其进行分析,例如,常用作模式识别、计算机视觉的预处理等。这些特征包括很多方面,如频域特性、灰度/颜色特性、边界/区域特性、纹理特性、形状/拓扑特性和关系结构等。

(3) 对图像数据进行变换、编码和压缩,以便于图像的存储和传输。

1.2.2 数字图像处理的主要内容

不管图像处理是出于何种目的,都需要用计算机图像处理系统对图像数据进行输入、加工和输出,因此数字图像处理研究的内容主要有以下7个过程。

1. 图像获取、表示和表现 (Image Acquisition, Representation and Presentation)

该过程主要是把模拟图像信号转化为计算机所能接受的数字形式,以及把数字图像显示和表现出来。这一过程主要包括摄取图像、光电转换及数字化等几个步骤。

2. 图像复原 (Image Restoration)

当造成图像品质下降的原因已知时,复原技术可以对图像进行校正。图像复原最关键的是对每种退化都需要有一个合理的模型。例如,掌握了聚焦不良成像系统的物理特性,便可建立复原模型,而且对获取图像的特定光学系统的直接测量也是可能的。退化模型和特定数据一起描述了图像的退化,因此,复原技术是基于模型和数据的图像恢复,其目的是消除退化的影响,从而产生一个等价于理想成像系统所获得的图像。

3. 图像增强 (Image Enhancement)

图像增强是对图像质量在一般意义上的改善。当无法知道图像退化有关的定量信息时,可以使用图像增强技术较为主观地改善图像的质量。所以,图像增强技术是用于改善

图像视感质量所采取的一种方法。因为增强技术并非是针对某种退化所采取的方法，所以很难预测哪一种特定技术是最好的，只能通过试验和分析误差来选择一种合适的方法。有时可能需要彻底改变图像的视觉效果，以便突出重要特征的可观察性，使人或计算机更易观察或检测。在这种情况下，可以把增强理解为增强感兴趣特征的可检测性，而非改善视感质量。

4. 图像分割 (Image Segmentation)

把图像分成区域的过程就是图像分割。图像中通常包含多个对象，例如，一幅医学图像中显示出正常的或有病变的各种器官和组织。图像处理为达到识别和理解的目的，几乎都必须按照一定的规则将图像分割成区域，每个区域代表被成像的一个物体（或部分）。

图像自动分割是图像处理中最困难的问题之一。人类视觉系统的优越性使得人类能够将所观察的复杂场景中的对象分开，并识别出每个物体。但对计算机来说，这却是一个难题。目前，大部分图像的自动分割还需要人工提供必需的信息来帮助。由于解决和分割有关的基本问题是特定领域中图像分析实用化的关键一步，因此，将各种方法融合在一起并使用知识来提高处理的可靠性和有效性是图像分割的研究热点。

5. 图像分析 (Image analysis)

图像处理应用的目标几乎均涉及到图像分析，即对图像中的不同对象进行分割、特征提取和表示，从而有利于计算机对图像进行分类、识别和理解。

在工业产品零件无缺陷且正确装配检测中，图像分析是对图像中的像素转化成一个“合格”或“不合格”的判定。在有的应用中，如医学图像处理，不仅要检测出物体（如肿瘤）的存在，而且还要检查物体的大小。

6. 图像重建 (Image reconstruction)

图像重建与上述的图像增强、图像复原等过程不同。图像增强、图像复原的输入是图像，处理后输出的结果也是图像；而图像重建是指从数据到图像的处理，即输入的是某种数据，而经过处理后得到的结果是图像。CT 就是图像重建处理的典型应用实例。目前，图像重建与计算机图形学相结合，把多个二维图像合成为三维图像，并加以光照模型和各种渲染技术，能生成各种具有强烈真实感的高质量图像。

7. 图像压缩编码 (Image compression code)

数字图像的特点之一是数据量庞大。尽管现在有大容量的存储器，但仍不能满足对图像数据处理的需要，因此在实际应用中图像压缩是必须的。如果数据不压缩，则在存储和传输中就需要占很大的容量和带宽，因而增加了成本。图像压缩的目的就是压缩数据量。

图像编码主要是利用图像信号的统计特性及人类视觉的生理学及心理学特性，对图像信号进行高效编码。研究数据压缩技术，目的是在保证图像质量的前提下压缩数据，使数据便于存储和传输，以解决数据量大的问题。一般来说，图像编码的目的有三个：①减少数据存储量；②降低数据率以减少传输带宽；③压缩信息量，便于特征提取，为后续识别作准备。

从编码技术发展来看，Kunt 提出第一代、第二代编码的概念。第一代编码法是以去除冗余为基础的编码方法，如 PCM、DPCM、 ΔM 、亚取样编码法、DFT、DCT、W-H 变换编码

法及以此为基础的混合编码法。第二代编码法多为 20 世纪 80 年代以后提出的,如金字塔编码法、Fractal 编码法、小波变换编码法、基于神经网络的编码法、模型基编码法等。这些编码方法有如下特点:①充分考虑人的视觉特性;②恰当地考虑对图像信号的分解与表述;③采用图像的合成与识别方案压缩数据。

1.3 图像工程与相关学科

1.3.1 图像工程的内涵

图像工程的内容非常丰富,根据抽象程度和研究方法等的不同,可分为图像处理、图像分析和图像理解三个层次,如图 1-2 所示。换句话说,图像工程是既有联系又有区别的图像处理、图像分析及图像理解三者的有机结合,另外还包括它们的工程应用。

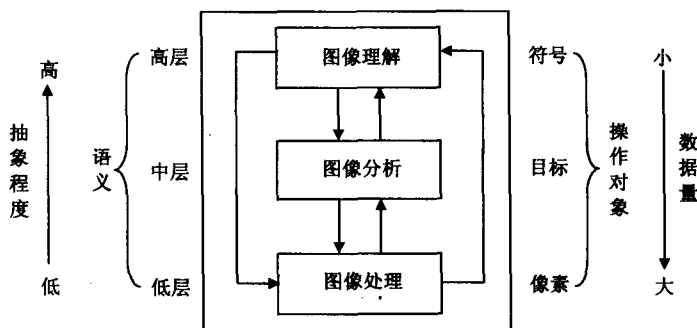


图 1-2 图像工程三层次示意图

1. 图像处理

图像处理的重点是图像之间进行变换。比较狭义的图像处理主要是对图像进行各种加工,以改善图像的视觉效果并为自动识别打基础,或对图像进行压缩编码以减少所需存储空间。

2. 图像分析

图像分析主要是对图像中感兴趣的目标进行检测和测量,以获得它们的客观信息,从而建立对图像的描述。如果说图像处理是一个从图像到图像的过程,则图像分析就是一个从图像到数据的过程。这里的数据可以是目标特征的测量结果,或是基于测量的符号表示,它们描述了目标的特点和性质。

3. 图像理解

图像理解的重点是在图像分析的基础上,进一步研究图像中各目标的性质和它们之间的相互联系,并得出对图像内容含义的理解,以及对原来客观场景的解释,从而指导决策。如果说图像分析主要是以观察者为中心研究客观世界,那么图像理解在一定程度上就是以客观世界为中心,借助知识、经验等来把握整个客观世界的(包括没有直接观察到的事物)。

可见,图像处理、图像分析和图像理解是处在三个抽象程度和数据量各有特点的不同层

次上的。图像处理是比较低层的操作，它主要在图像像素级上进行处理，处理的数据量非常大；图像分析则进入了中层，分割和特征提取把原来以像素描述的图像转变成比较简洁的非图像形式的描述；图像理解主要是高层操作，基本上是对从描述抽象出来的符号进行运算，其处理过程和方法与人类的思维推理有许多类似之处。

1.3.2 相关学科和领域

图像工程是一门系统地研究各种图像理论、技术和应用的交叉学科。从它的研究方法来看，它可以与数学、物理学、生理学、心理学、电子学、计算机科学等许多学科相互借鉴。从它的研究范围来看，它与模式识别、计算机视觉、计算机图形学等多个专业互相交叉。另外，图像工程的研究进展与人工智能、神经网络、遗传算法、模糊逻辑等理论和技术都有密切的联系，它的发展应用与医学、遥感、通信、文档处理和工业自动化等许多领域也是密不可分的。

图像工程与计算机图形学（Computer Graphics）、模式识别（Pattern Recognition）、计算机视觉（Computer Vision）等专业的关系如图 1-3 所示。计算机图形学研究的是用计算机技术生成图形的理论、方法和技术，即由非图像形式的数据描述来生成逼真的图像。它可以生成现实世界中已经存在的物体的图形，也可以生成虚构物体的图形，它和图像分析的对象和输出结果正好对调。图像模式识别与图像分析则比较相似，只是前者试图把图像分解成可用符号较抽象地描述的类别。计算机视觉主要强调用计算机实现人的视觉功能，要用到图像工程三个层次的许多技术，但目前的研究内容主要与图像理解相结合。

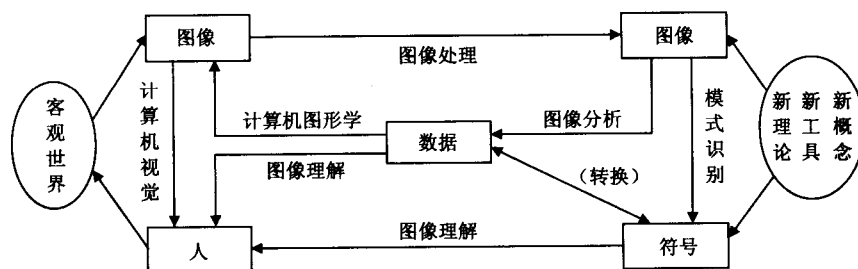


图 1-3 图像工程与相关学科的联系和区别

1.4 数字图像处理系统

1.4.1 数字图像处理系统硬件

为了提高处理速度、增加容量，早期的数字图像处理系统都采用大型机。随着计算机性价比的提高，以小型机为主的微型图像处理系统得到了发展。主机为 PC 机，配以图像采集卡及显示设备就构成了最基本的微型图像处理系统。目前，国产的 CA540、VP32、FGCT11010N8、CA-CPE-1000、CA-CPE-3000 等图像板研制成功并已商品化。微型图像处理系统成本低、应用灵活、便于推广。特别是微型计算机的性能逐年提高，使得微型图像处理

系统的性能也不断升级,加之软件配置丰富,使其更具实用意义。微型图像处理系统的组成如图1-4所示。

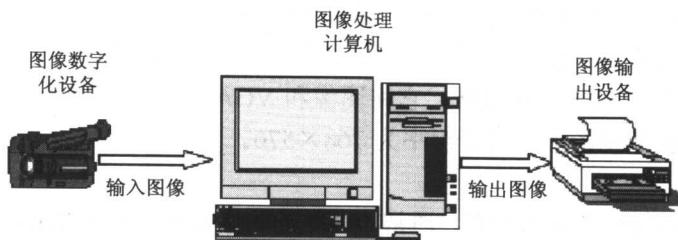


图 1-4 图像处理系统示意图

1. 图像输入设备

(1) 电视摄像机 (Video Camera)。电视摄像机是目前使用最广泛的图像获取设备之一。电视摄像机的核心部件是光电转换装置,也称为固态阵。目前大多数感光基元多为 CCD (Charge Coupled Device, 电荷耦合器件),可以将照射在其上的光信号转换为对应的电信号。该设备小巧、速度快、成本低、灵敏度高,多作为实时图像输入设备应用;但图像的灰度层次较差、非线性失真较大、有黑斑效应,在使用中需要校正。目前,CCD 摄像机可达 1920×1035 的高分辨率,快门速度可达 $10 \sim 4s$ 。

(2) 扫描仪 (Scanner)。扫描仪是将各种形式的图像信息(如图片、照片、胶片及文稿资料等)输入计算机的重要工具,特点是精度和分辨率高。目前,1200DPI (Dot Per Inch) 以上精度的扫描仪很常见。扫描仪的成本很低,一台平板式扫描仪的价格在千元左右。扫描仪良好的精度和低廉的价格,使它已成为当今应用最为广泛的图像数字化设备之一。但用扫描仪获取图像信息速度较慢,不能实现实时输入。

(3) 数码照相机 (Digital Camera)。数码照相机也叫数字相机,是一种能够进行景物拍摄,并以数字格式存放拍摄图像的特殊照相机。它的核心部件是 CCD 图像传感器,主流机型分辨率已在 400 万像素以上。数码照相机的感光器件也是 CCD 阵列。CCD 可以对亮度进行分级,但并不能识别颜色。为此,数码照相机使用了红、绿和蓝三个彩色滤镜,当光线从红、绿、蓝滤镜中穿过时,就可以得到每种色光的反应值,再通过软件对得到的数据进行处理,从而确定每一个像素点的颜色。CCD 生成的数字图像被传送到照相机的一块内部芯片上。该芯片负责把图像转换成相机内部的存储格式(通常为 JPEG 格式)。最后,把生成的图像保存在存储卡中。

数码照相机可通过 USB 接口与计算机相连,将拍摄的图像下载到计算机中,以便处理或应用,或用彩色打印机输出。

(4) 遥感图像获取设备。遥感中常用的图像获取设备有光学摄影设备,如摄像机、多光谱像机等;红外摄影设备,如红外辐射计、红外摄影仪、多通道红外扫描仪、多光谱扫描仪 (MSS) 等;微波设备,如微波辐射计、侧视雷达、真空孔径雷达、合成孔径雷达 (SAR) 等。

2. 图像输入卡 (采集卡)

通常图像输入卡安装于计算机主板扩展槽中,主要包括图像存储器单元、显示查找表 (LUT) 单元、CCD 摄像头接口 (A/D)、监视器接口 (D/A) 和 PC 机总线接口单元。其工作过程如下:摄像头实时或准实时采集图像数据,经 A/D 变换后将图像存放在图像存储单元的

一个或三个通道中, D/A 变换电路自动将图像显示在监视器上。通过主机发出指令, 将某一帧图像静止在存储通道中, 即采集或捕获一帧图像, 然后可对图像进行处理或存盘。高档卡还包括卷积滤波、FFT (快速傅里叶变换) 等图像处理专用的快速部件。现在有的图像采集卡将图像和图形功能合为一体, 如北京大恒图像视觉有限公司开发的 VIDEO-PCI-C 真彩色图像采集卡。该卡基于 PCI 总线设计, 它将图像和 VGA 的图形功能合为一体, 可在计算机屏幕上实时显示彩色活动图像, 其分辨率为 768×576 。

3. 显示卡

显示卡是记忆和保存图像的地方, 通常, 存储的图像要随时显示在显示器上。PC 机多采用 800×600 或 1024×768 个像素点。通常在图像处理装置中, 灰度值红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 各占 8 位 (bit), 共计 24 位, 可以表示 1670 万种颜色, 这种显示卡称为真彩色显示卡。

4. 计算机

图像处理的主要特点是数据量大、运算时间长, 因而对系统硬件配置要求较高。目前, 在 PC 机上配置奔腾 P4 2.4 G 以上 CPU、512 MB 内存、80 G 以上硬盘的计算机已属常见, 计算速度大幅度提高, 可与几年前的大型机媲美。为了加快图像的显示和处理速度, 用于图像处理的 PC 机配置应尽可能高一些。当然, 有条件时最好采用图形工作站进行图像处理。

5. 图像存储装置

图像数据量庞大, 早期其存储成为问题。到目前为止, 除了大容量磁盘可供存储图像数据之外, MO、CD、DVD 等光学存储装置及 SAN、NAS 等网络存储系统, 为存储海量图像数据提供了极好的支持。

1.4.2 高速图像处理卡

实用图像处理系统分为在线处理系统和离线处理系统两种形式。在研究中, 多采用离线图像处理系统, 主要用于开发和验证图像处理与分析的算法。在线图像处理系统除上述设备外, 还需用图像处理专用硬件代替图像采集卡, 以构成自动处理系统, 可以对生产现场采集的图像进行实时处理, 并对其处理结果进行监控。

1.4.3 图像处理系统软件

微型图像处理系统既包含硬件设备, 也需要一定的软件环境支持。目前, 图像处理系统平台多为 Microsoft Windows 或 X-Windows, 开发的主流工具为 Microsoft 公司的 Visual C++。这是因为 Visual C++ 是一种具有高度综合性能的开发工具, 用它开发出来的程序有着运行速度快、可移植能力强等优点。本教材为了适用于广泛的读者, 所有程序采用通俗易懂的 Visual Basic 6.0 编写, 目的是使读者容易看懂程序, 使读者重点理解程序中的算法。

1.5 数字图像处理的应用

数字图像处理主要应用于下面的几个领域。

1. 通信

通信包括图像传输、电视电话、电视会议等, 主要进行图像压缩甚至理解基础上的

压缩。

2. 宇宙探测

由于太空技术的发展,需要用数字图像处理技术处理大量的星体照片。

3. 遥感

航空遥感和卫星遥感图像需要用数字技术加工处理,并提取有用的信息。主要用于地形地质,矿藏探查,森林、水利、海洋、农业等资源调查,自然灾害预测预报,环境污染监测,气象卫星云图处理及地面军事目标的识别。

4. 生物医学领域中的应用

图像处理在医学界的应用非常广泛,无论是临床诊断还是病理研究都大量采用图像处理技术。它的直观、无创伤、安全方便等优点备受青睐。图像处理首先应用于细胞分类、染色体分类和放射图像等。70年代数字图像处理在医学上的应用有了重大突破,1972年X射线断层扫描CT得到实用;1977年白血球自动分类仪问世;1980实现了CT的立体重建。有人认为计算机图像处理在医学上应用最成功的例子就是X-CT,其中主要研制者Hounsfield(英)和Commack(美)获得了1979年的诺贝尔生理医学奖。

5. 工业生产中的应用

在生产线上对产品 & 部件进行无损检测是图像处理技术的重要应用领域。该领域的应用从70年代起取得了迅速的发展,主要有产品质量检测、生产过程的自动控制、CAD/CAM等。在产品质量检测方面,如食品、水果质量检查,无损探伤,焊缝质量或表面缺陷。又如,金属材料的成分和结构分析,纺织品质量检查,光测弹性力学中应力条纹的分析等。在电子工业中,可以用来检验印刷电路板的质量、监测零件部件的装配等。在工业自动控制中,主要使用机器视觉系统对生产过程进行监视和控制,如港口的监测调度、交通管理、流水生产线的自动控制等。在计算机辅助设计和辅助制造方面,已获得越来越广泛的应用,并和基于图形学的模具、机械零件、服装、印花花型CAD结合。目前二维图纸自动输入和理解,根据3D实物建立CAD模型等应用越来越引起人们的重视。

6. 军事、公共安全等方面的应用

军事目标的侦察、制导和警戒系统、自动灭火器的控制及反伪装,公安部门的现场照片、指纹、手迹、印章、人像等的处理和辨识,历史文字和图片档案的修复和管理等。

7. 机器人视觉

机器人视觉作为智能机器人的重要感觉器官,主要进行三维景物理解和识别,是目前处于研究之中的开放课题。机器人视觉主要用于军事侦察、危险环境的自主机器人,邮政、医院和家庭服务的智能机器人,装配线工件识别、定位,太空机器人的自动操作等。

8. 视频和多媒体系统

目前电视制作系统广泛使用的图像处理、变换、合成,多媒体系统中静止图像和动态图像的采集、压缩、处理、存储和传输等。

9. 科学可视化

图像处理和图形学紧密结合,形成了科学研究各个领域新型的研究工具。

10. 电子商务

在当前的电子商务中,图像处理技术也大有可为,如身份认证、产品防伪、水印技术等。

总之, 图像处理技术应用领域相当广泛, 已在国家安全、国民经济、日常生活中充当越来越重要的角色, 对国计民生的作用不可低估。

1.6 数字图像处理的发展动向

当前, 图像处理面临的主要任务是研究新的处理方法, 构造新的处理系统, 开拓更广泛的应用领域。需要进一步研究的问题的如下 5 个方面。

(1) 在进一步提高精度的同时着重解决处理速度问题, 如在航天遥感、气象云图处理方面, 巨大的数据量 and 处理速度仍然是主要矛盾之一。

(2) 加强软件研究、开发新的处理方法, 特别要注意移植和借鉴其他学科的技术和研究成果, 创造新的处理方法。

(3) 加强边缘学科的研究工作, 促进图像处理技术的发展。如对人的视觉特性、心理学特性等的研究, 如果有所突破, 将对图像处理技术的发展起到极大的促进作用。

(4) 加强理论研究, 逐步形成图像处理科学自身的理论体系。

(5) 图像处理领域的标准化。图像的信息量大、数据量大, 因而图像信息的建库、检索和交流是一个重要的问题。就现有的情况看, 软件、硬件种类繁多, 交流和使用极为不便, 成为资源共享的严重障碍。应建立图像信息库, 统一存放格式, 建立标准子程序, 统一检索方法。

图像处理技术未来发展大致可归纳如下。

(1) 图像处理的发展将围绕 HDTV (高清晰度电视) 的研制, 开展实时图像处理的理论及技术研究, 向着高速、高分辨率、立体化、多媒体化、智能化和标准化方向发展。

(2) 图像、图形相结合, 朝着三维成像或多维成像的方向发展。

(3) 硬件芯片研究。把图像处理的众多功能固化在芯片上, 使之更便于应用。

(4) 新理论与新算法研究。在图像处理领域, 近几年来, 引入了一些新的理论并提出了一些新的算法, 如小波分析 (Wavelet)、分形几何 (Fractal)、形态学 (Morphology)、遗传算法 (Genetic Algorithms, GA)、人工神经网络等 (Artificial neural networks)。这些理论及建立在其上的算法, 将会成为今后图像处理理论与技术的研究热点。

数字图像处理经过初创期、发展期、普及期及广泛应用几个阶段, 如今已是各个学科竞相研究并在各个领域广泛应用的一门科学。随着科学技术的进步, 以及人类需求的不断增长, 图像处理科学无论是在理论上还是实践上, 均会取得更大的发展。

本章小结

本章主要介绍数字图像处理的基本概念, 数字图像处理的特点, 数字图像处理的主要内容, 数字图像处理的硬、软件系统, 数字图像处理的应用。使读者对数字图像处理有一个基本了解。

习 题

1. 什么是数字图像？数字图像处理的特点是什么？
2. 数字图像处理的主要内容是什么？
3. 数字图像处理有哪些主要应用？
4. 数字图像处理今后的主要发展方向是什么？