



计算机图像 处理与分析

贾永红 编著

武汉大学出版社



计算机图像处理与分析

贾永红 编著

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机图像处理与分析/贾永红编著. —武汉: 武汉大学出版社, 2001. 9
ISBN 7-307-03323-2

I. 计… II. 贾… III. ①计算机应用—图像处理—高等学校—教材
②计算机应用—图像分析—高等学校—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 058267 号

责任编辑: 王金龙 责任校对: 叶 效 版式设计: 支 笛

出版: 武汉大学出版社 (430072 武昌·珞珈山)“”
(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

发行: 新华书店湖北发行所

印刷: 武汉市科普教育印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.5 字数: 322 千字

版次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-03323-2/TP·112 定价: 21.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题者, 请与当地图书销售
部门联系调换。

前 言

计算机图像处理与分析是集光学、数学、计算机科学、电子学、信息论、控制论、物理学、心理学和生理学等学科的一门综合性边缘科学。随着计算机科学的迅猛发展,以及与近代发展的新理论如小波分析、马尔柯夫随机场、分形学、数学形态学、人工智能和人工神经网络等的结合,计算机图像处理与分析近年来获得了长足的进展,呈现出强大的生命力。已在科学研究、工农业生产、军事技术、医疗卫生、教育等许多领域得到广泛应用,产生了巨大的经济效益,对推动社会发展,改善人们生活水平都起到了重要的作用。

本书可作为计算机图像处理与分析的基础教材。为使读者能全面了解计算机图像处理与分析的基本概念、方法及应用,并为在本领域中进行研究和开发打下扎实的基础,本书在内容上既选取了有代表性的经典内容,着重介绍了图像处理的基本概念和方法,又结合数字图像处理的发展,选取了一些新的研究成果,具有一定广度、深度和新颖性。在结构上仍采用以往计算机图像处理课程循序渐进的结构。因为传统的结构久经考验,结构严谨、系统。从图像处理的应用特点出发,图像处理的学习需要理论与实践相结合才能收到最佳效果。读者只有通过使用图像处理的设备,解决实际图像处理问题,才能获得相当的领悟。理论与实践的均衡结合能促进学习课程的兴趣。本书力求理论与实践相结合,为了达到这一目的,在书中列举了许多示例,在每章最后附有习题、部分编程和上机操作内容。为了强调主观能动性,本书没有提供具体的程序,只要学生具备计算机的基本知识,自己编程是不成问题的。

本书主要包括三部分内容。第一部分是数字图像处理的基础。由绪论、数字图像处理的基本概念和图像变换三章组成。第二部分是数字图像处理的理论、方法和实例。包括图像增强、图像恢复与重建、图像编码与压缩三章。第三部分是图像特征提取与分析的理论、方法和实例。包括图像分割、二值图像处理与形状分析、纹理分析、模板匹配与模式识别四章。

本书可作为高校计算机科学、电子工程、自动化、地理信息系统、生物医学、遥感、地质、矿业、通信、气象、农业等相关专业本科生和研究生教材,也供相关领域的大学教师、科研人员和工程技术人员参考。

本书是结合作者多年教学和科学实践的经验编写而成。在编写本书过程中,参考国内出版的大量书籍和论文,在此,本人对本书中所引用论文和书籍的作者深表感谢。武汉大学出版社的王爱平高工为本教材出版做了大量工作,徐方、瞿扬清、王金龙编辑认真审阅,使本书增色不少,王玲、方利、吴兰、柳彬军等学生参与了录入、校对工作。在此对以上人员表示衷心感谢。

最后承蒙武汉大学博导关泽群教授和孙家柄教授悉心审稿,提出了许多宝贵意见,在此谨表示衷心的感谢。

由于本人水平有限,书中难免有不足和不妥之处,恳请读者批评指正。

贾永红

2001年5月于武汉大学

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 何谓计算机图像处理	1
1.1.1 图像的概念	1
1.1.2 图像处理	1
1.2 图像处理学的内容和其他相关学科的关系	2
1.2.1 图像处理学的内容	2
1.2.2 图像处理学与相关学科的关系	3
1.3 计算机图像处理系统概述	3
1.3.1 图像采集模块	4
1.3.2 图像显示模块	4
1.3.3 图像存储模块	4
1.3.4 图像通信模块	5
1.3.5 图像处理和分析模块	5
1.4 数字图像处理的特点及其应用	5
1.4.1 数字图像处理的特点	6
1.4.2 计算机图像处理的应用	6
习题	7
第二章 数字图像处理的基本概念	8
2.1 人眼的视觉原理	8
2.1.1 人眼的构造	8
2.1.2 图像的形成	9
2.1.3 视觉范围和分辨力	9
2.1.4 视觉适应性和对比灵敏度	10
2.1.5 亮度感觉	10
2.1.6 马赫带	10
2.2 图像模型	11
2.3 图像数字化	12
2.3.1 采样	13
2.3.2 量化	13
2.3.3 像素数、量化参数与数字化所得到的数字图像间的关系	13
2.3.4 图像数字化设备的组成及性能	15

2.4 图像灰度直方图	16
2.4.1 定义	16
2.4.2 直方图的性质	16
2.4.3 直方图的应用	17
2.5 图像处理算法的形式	18
2.5.1 图像处理的基本功能形式	19
2.5.2 图像处理的几种具体算法形式	19
2.6 图像的数据结构与特征	22
2.6.1 图像的数据结构	22
2.6.2 图像的特征	23
习题	26
第三章 图像变换	27
3.1 图像变换的预备知识	27
3.1.1 点源和狄拉克函数	27
3.1.2 二维线性位移不变系统	28
3.2 傅立叶变换	29
3.2.1 连续函数的傅立叶变换	29
3.2.2 离散函数的傅立叶变换	31
3.2.3 二维离散傅立叶变换的若干性质	33
3.3 其他可分离图像变换	37
3.3.1 通用公式	37
3.3.2 沃尔什变换	38
3.3.3 哈达玛变换	39
3.3.4 离散余弦变换	42
3.4 小波变换简介	43
3.4.1 连续小波变换	44
3.4.2 离散小波变换	47
习题	47
第四章 图像增强	49
4.1 图像增强的点运算	49
4.1.1 灰度级校正	50
4.1.2 灰度变换	50
4.1.3 直方图修正法	51
4.1.4 局部统计法	57
4.2 图像的空间域平滑	58
4.2.1 局部平滑法(邻域平均法或移动平均法)	59
4.2.2 超限像素平滑法	59

4.2.3 灰度最相近的 K 个邻点平均法	59
4.2.4 梯度倒数加权平滑法	60
4.2.5 最大均匀性平滑	61
4.2.6 有选择保边缘平滑法	61
4.2.7 空间低通滤波法	62
4.2.8 多幅图像平均法	62
4.2.9 中值滤波	63
4.3 图像空间域锐化	65
4.3.1 梯度锐化法	65
4.3.2 Laplace 增强算子	68
4.3.3 高通滤波法	68
4.4 图像的频率域增强	68
4.4.1 频率域平滑	69
4.4.2 频率域锐化	71
4.4.3 同态滤波增强	73
4.5 彩色增强技术	74
4.5.1 伪彩色增强	74
4.5.2 假彩色增强	76
4.5.3 彩色变换及其应用	77
4.6 图像的代数运算	79
4.6.1 加运算	79
4.6.2 减运算	79
4.6.3 乘运算	79
4.6.4 除运算	79
习题	80
第五章 图像复原与重建	83
5.1 图像退化模型	83
5.1.1 图像退化	83
5.1.2 图像退化的数学模型	83
5.2 代数恢复方法	85
5.2.1 无约束复原	85
5.2.2 有约束最小二乘复原	85
5.3 频率域恢复方法	87
5.3.1 逆滤波恢复法	87
5.3.2 去除由匀速运动引起的模糊	88
5.3.3 维纳滤波复原方法	90
5.4 图像的几何校正	91
5.4.1 空间坐标变换	91

5.4.2 像素灰度内插方法	93
5.5 图像重建.....	94
5.5.1 计算机断层扫描的二维重建	95
5.5.2 三维形状的复原	96
习题	98
第六章 图像编码与压缩	99
6.1 概述.....	99
6.1.1 图像数据压缩的必要性与可能性	99
6.1.2 图像编码压缩的分类	100
6.2 图像保真度准则	100
6.2.1 客观保真度准则	100
6.2.2 主观保真度准则	101
6.3 统计编码方法	102
6.3.1 图像冗余度和编码效率	102
6.3.2 霍夫曼编码	102
6.3.3 费诺-仙依编码	103
6.3.4 算术编码	104
6.4 预测编码	106
6.4.1 线性预测编码	106
6.4.2 非线性预测编码	107
6.5 正交变换编码	108
6.5.1 变换编码原理	108
6.5.2 正交变换的性质	108
6.5.3 变换编码的数学分析	109
6.5.4 最佳变换与准最佳变换	110
6.5.5 各种准最佳变换的性能比较	112
6.5.6 编码	113
6.6 图像压缩的标准	114
6.6.1 静止图像压缩标准.....	114
6.6.2 运动图像压缩标准.....	114
6.6.3 二值图像压缩标准.....	115
习题.....	115
第七章 图像分割	116
7.1 概述	116
7.2 几种常用的边缘检测算子	117
7.2.1 梯度算子	118
7.2.2 Roberts 梯度算子	118

7.2.3 Prewitt 和 Sobel 算子	119
7.2.4 方向算子	119
7.2.5 Laplace 算子	121
7.2.6 马尔算子	121
7.2.7 曲面拟合法	123
7.3 边缘跟踪	123
7.3.1 光栅跟踪	124
7.3.2 全向跟踪	125
7.4 Hough 变换检测直线	126
7.4.1 Hough 变换定义	126
7.4.2 Hough 变换检测直线的算法	127
7.4.3 广义 Hough 变换	127
7.5 区域分割法	129
7.5.1 最简单图像的区域分割法	129
7.5.2 复杂图像的区域分割法	132
7.5.3 特征空间聚类法	132
7.6 区域增长	133
7.6.1 简单区域扩张法	133
7.6.2 质心型增长	134
7.6.3 混合型增长	134
7.7 分裂、合并混合法	135
习题	138
第八章 二值图像处理与形状分析	139
8.1 二值图像的连接性和距离	139
8.1.1 邻域和邻接	139
8.1.2 像素的连接	140
8.1.3 连接成分	140
8.1.4 欧拉数	141
8.1.5 像素的可删除性和连接数	141
8.1.6 距离	143
8.2 二值图像连接成分的变形操作	144
8.2.1 连接成分的标记	144
8.2.2 膨胀和收缩	144
8.2.3 线图形化	146
8.3 形状特征提取与分析	149
8.3.1 区域内部形状特征提取与分析	149
8.3.2 区域外部形状特征提取与分析	153
8.4 关系描述	158

8.4.1 字符串描述	158
8.4.2 树结构描述	159
习题	160
第九章 影像纹理分析	162
9.1 概述	162
9.2 影像纹理的直方图分析法	162
9.3 Laws 纹理能量测量法	163
9.4 影像纹理的自相关函数分析法	164
9.5 灰度共生矩阵分析法	165
9.5.1 灰度共生矩阵的定义	165
9.5.2 灰度共生矩阵特征的提取	166
9.5.3 灰度-梯度共生矩阵法	168
9.6 行程长度统计法	170
9.7 傅立叶频谱分析法	171
9.8 马尔柯夫随机场分析法	173
9.8.1 马尔柯夫随机场的定义和基本性质	173
9.8.2 纹理 MRF 模型参数提取与分析	174
9.9 影像纹理的小波分析	175
9.10 影像纹理的分形分析法	176
9.10.1 分形的定义	176
9.10.2 分维	176
9.10.3 影像纹理的分维特征提取与分析	177
9.11 影像纹理的句法结构分析法	177
9.12 影像纹理区域分割与边缘检测	179
9.12.1 纹理区域分割	179
9.12.2 纹理边缘检测	179
习题	179
第十章 模板匹配与模式识别技术	181
10.1 模板匹配	181
10.1.1 模板匹配方法	181
10.1.2 模板匹配方法的改进	182
10.2 统计模式识别	183
10.2.1 特征处理	184
10.2.2 统计分类方法	185
10.3 结构模式识别法	188
10.3.1 结构模式识别原理	188
10.3.2 树分类法	190

10.4 人工神经网络识别法.....	191
10.4.1 神经网络的结构	191
10.4.2 神经元.....	191
10.4.3 神经网络的工作过程	192
10.4.4 神经网络的性能	192
10.4.5 BP 神经网络	193
习题.....	195
 参考文献	 196
附录 英汉专业术语对照.....	198

第一章 绪 论

1.1 何谓计算机图像处理

1.1.1 图像的概念

图像是对客观对象的一种相似性的、生动性的描述或写真。或者说图像是客观对象的一种表示,它包含了有关被描述对象的信息。它是人们最主要的信息源。据统计,一个人获取的信息大约有 75% 来自视觉。图像可根据其形式或产生方法来分类。

从人眼的视觉特点上可将图像分为可见图像和不可见图像。其中可见图像的一个子集为图片,它包括照片、用线条画的图和画;另一个子集为光图像,即用透镜、光栅和全息技术产生的图像。不可见的图像包含不可见光成像和不可见量,如温度、压力及人口密度等的分布图。

按波段多少图像可分为单波段、多波段和超波段图像。单波段图像在每个点只有一个亮度值;多光谱图像上每一个点不只一个特性。例如红、绿、蓝三波段光谱图像或彩色图像在每个点具有红、绿、蓝三个亮度值,这三个值表示在不同光波段上的强度,人眼看来就是不同的颜色。超波段图像上每个点具有几十或几百个特性。

按图像空间坐标和明暗程度的连续性可分为模拟图像和数字图像。模拟图像指空间坐标和明暗程度都是连续变化的、计算机无法直接处理的图像。数字图像是一种空间坐标和灰度均不连续的、用离散的数字(一般用整数)表示的图像。这样的图像才能被计算机处理。

1.1.2 图像处理

对图像进行一系列的操作以达到预期的目的的技术称作图像处理。图像处理可分为模拟图像处理和数字图像处理两种方式。

利用光学、照像和电子学方法对模拟图像的处理称为模拟图像处理。光学图像处理方法已有很长的历史,在激光全息技术出现后,它得到了进一步发展。尽管光学图像处理理论日臻完善,且处理速度快,信息容量大,分辨率高,又非常经济,但处理精度不高,稳定性差,设备笨重,操作不方便和工艺水平不高等原因限制了它的发展速度。从 20 世纪 60 年代起,随着电子计算机技术的进步,计算机图像处理获得了飞跃发展。

所谓数字图像处理,就是利用计算机对数字图像进行系列操作,从而获得某种预期的结果的技术。数字图像处理离不开计算机,因此又称计算机图像处理。“计算机图像处理”与“数字图像处理”可视为同义语,为了与模拟图像处理相区别,下文采用“数字图像处理”。

1.2 图像处理学的内容和其他相关学科的关系

1.2.1 图像处理学的内容

自 20 世纪 70 年代末以来,由于数字技术和微电子技术的迅猛发展给数字图像处理提供了先进的技术手段,基于计算机的图像处理学也就从信息处理、自动控制系统论、计算机科学、数据通信、电视技术等学科中脱颖而出,成为研究“图像信息的获取、传输、存储、变换、显示、理解与综合利用”的一门崭新学科。

图像处理学所包含的内容是相当丰富的,根据抽象程度不同可分为三个层次:狭义图像处理、图像分析和图像理解。如图 1.2.1 所示。换句话说,图像处理学是既相互联系又相互区别的狭义图像处理、图像分析和图像理解三者的有机结合。

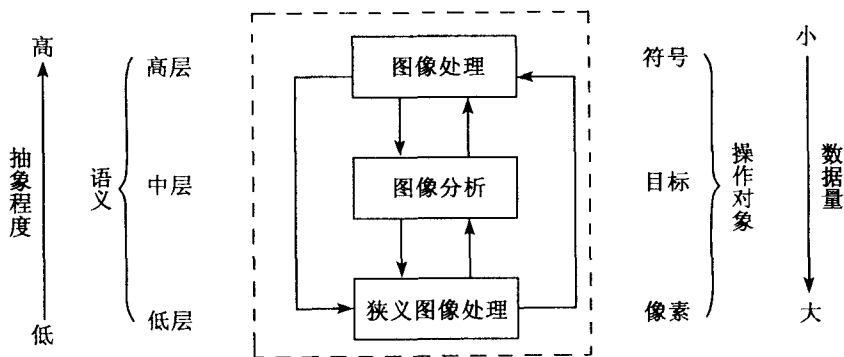


图 1.2.1 图像处理学三层次示意图

狭义图像处理着重强调在图像之间进行的变换。虽然人们常用的图像处理泛指各种图像技术,但狭义的处理主要指对图像进行各种操作以改善图像的视觉效果,或对图像进行压缩编码以减少所需存储空间或传输时间、传输通路的要求。它是一个从图像到图像的过程。

图像分析主要是对图像中感兴趣的目标进行检测和测量,从而建立对图像的描述。图像分析是一个从图像到数值或符号的过程。

图像理解则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译,从而指导和规划行动。如果说图像分析主要是以观察者为中心研究客观世界(主要研究可观察到的对象),那么图像理解在一定程度上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。

可见,狭义图像处理、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。狭义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,经分割和特征提取,把原来以像素构成的图像转变成比较简洁的非图像形式的描述;图像理解是高层操作,它是对从描述中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可以有许多类似之处。由图 1.2.1 可见,随着抽象

程度的提高,数据量逐渐减少。一方面,原始图像数据经过一系列的处理逐步转化为更有组织和用途的信息,在这个过程中,语义不断引入,操作对象发生变化,数据量得到了压缩;另一方面,高层操作对低层操作有指导作用,能提高低层操作的效能。

1.2.2 图像处理学与相关学科的关系

图像处理学是一门综合性边缘学科,在图像处理学这把大伞下会聚了光学、电子学、数学、摄影技术、计算机技术等众多方面的学科。从研究范围来看,它与计算机图形学、模式识别、计算机视觉等既有联系又有区别。

从图 1.2.2 可以看到图像处理学三个层次的输入输出内容以及与计算机图形学、模式识别、计算机视觉等的关系。图形学原本指用图形、图表、绘图等形式表达数据信息的科学,而计算机图形学研究的是如何利用计算机技术来产生这些形式。和图像分析对比,两者的处理对象和输出结果正好相反。计算机图形学试图从非图像形式的数据描述来生成图像。另一方面,模式识别与图像分析则比较相似,只是前者试图把图像抽象成用符号描述的类别。它们有相同的输入,而不同的输出结果之间可较方便地进行转换。至于计算机视觉主要强调用计算机去实现人的视觉功能,其中涉及图像处理的许多技术,但目前的研究内容主要与图像理解相结合。

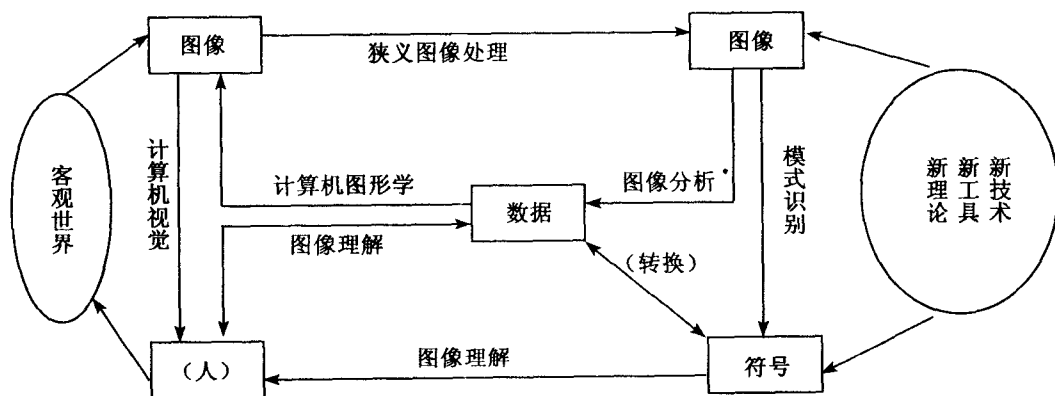


图 1.2.2 图像处理学与相关学科和领域的联系和区别

由此看来,以上学科相互联系,相互交叉,它们之间并没有绝对的界限。虽各有侧重但又互为补充。另外以上各学科都得到了人工智能、神经网络、遗传算法、模糊逻辑等新理论、新工具、新技术的支持,所以它们又都在近年得到了长足进展。

1.3 计算机图像处理系统概述

图 1.3.1 是一个图像处理和系统的基本组成。它包括采集、显示、存储、通信、处理和分析五个模块。各模块都有其特定的功能,对图 1.3.1 中的各个模块分别简介如下。

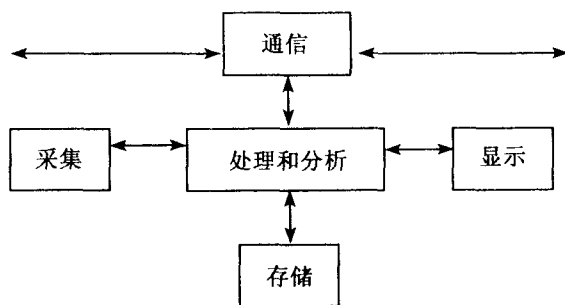


图 1.3.1 图像处理和系统分析系统的构成示意图

1.3.1 图像采集模块

为采集数字图像,需要两种装置:一种是对某个电磁能量谱波段(如 X 射线、紫外线、可见光、红外线等)敏感的物理器件,它能产生与所接受到的电磁能量成正比的(模拟)电信号;另一种称为数字化器,它可将上述(模拟)电信号转化为数字(离散)的形式。所有采集数字图像的设备都包含这两种装置。目前图像采集装置有电荷耦合器件照相机、带有视像管的视频摄像机和扫描仪等。

1.3.2 图像显示模块

对图像处理来说,处理的结果主要用于显示。对图像分析而言,分析的结果也可以借助计算机图形学技术转换为更直观的图像形式显示。所以图像显示对图像处理和系统分析是非常重要的。

常用于图像处理和系统分析的主要显示设备是电视显示器。输入显示器的图像可以通过硬拷贝转换到幻灯片、照片或透明胶片上。除了电视显示器外,能随机存取的阴极射线管(CRT)和各种打印设备也可用于图像输出和显示。

打印设备一般用于输出较低分辨率的图像。以往在纸上打印灰度图像的一种简便方法是利用标准行打印机的重复打印能力。输出图像上任一点的灰度值可由该点打印的字符数量和密度来控制。近年来使用的各种热敏、喷墨和激光打印机等具有更好的性能,已可打印出较高分辨率的图像。

1.3.3 图像存储模块

图像的数据量往往很大,因而需要大量的空间存储图像。在图像处理和系统分析中,大容量和快速的图像存储器是必不可少的。在计算机中,图像数据最小的度量单位是比特(bit)。存储器的存储量常用字节(1byte=8bit)、千字节(kbyte)、兆(10^6)字节(Mbyte)、吉(10^9)字节(Gbyte)、太(10^{12})字节(Tbyte)等表示。存储 1 幅 1024×1024 的 8bit 图像就需要 1Mbyte 的存储器。用于图像处理和系统分析的数字存储器可分为 3 类:快速存储器;在线或联机存储器;不经常使用的数据库(档案库)存储器。

计算机内存就是一种提供快速存储功能的存储器。目前微型计算机的内存常为

32Mbyte~256Mbyte。另外一种提供快速存储功能的存储器是特制的硬件卡,也叫帧缓存。它常可存储多幅图像并可以视频速度(每秒 25 或 30 幅图像)读取,也可以允许对图像进行放大缩小,以及垂直翻转和水平翻转。目前常用的帧缓存容量在几十 Mbyte 到上百 Mbyte。

比较通用的在线存储器是磁盘,常用的磁盘已可存储几到几十 Gbyte 的数据。近年还常用磁光存储器,可在 $5\frac{1}{4}$ 英寸的光片上存储达 Gbyte 的数据。在线存储器的一个特点是需要经常读取数据,所以一般不采用磁带一类的顺序存储器。对更大的存储要求,还可以使用光盘塔,一个光盘塔可放几十个到几百个光盘,利用机械装置插入或从光盘驱动器中抽取光盘。

数据库存储器的特点是要求非常大的容量,但对数据的读取不太频繁。这里常用磁带和光盘。长 13 英尺的磁带可存储达 Gbyte 的数据。但磁带的储藏寿命较短,在控制很好的环境中也只有 7 年。一般常用的一次写多次读 WORM 光盘可在 12 英寸的光盘上存储 6Gbyte 数据,在 14 英寸的光盘上存储 10Gbyte 数据。另外 WORM 光盘在一般环境下可储藏 30 年以上。在主要是读取的应用中,也可将 WORM 光盘放在光盘塔中。一个存储量达到 Tbyte 级的 WORM 光盘塔可存储上百万幅 1024×1024 的 8bit 图像。

1.3.4 图像通信模块

图像通信可借助综合业务网、计算机局域网和普通电话网等。

近年来随着信息高速公路的建设,各种网络的发展非常迅速。因而,图像的通信传输得到了极大的关注。另一方面,图像传输可使不同的系统共享图像数据资源,极大地推动了图像在各个领域的广泛应用。图像通信可分为近程的和远程的。

近程图像通信主要指在不同设备间交换图像数据,现已有许多用于局域通信的软件和硬件以及各种标准协议。

远程图像通信主要指在图像系统间传输图像。长距离图像通信遇到的首要问题是图像数据量大而传输通道通常比较窄。例如目前常用的电话线的速率为 9600bit/s,如果以这样的速率传输一幅 $512 \times 512 \times 8\text{bit}$ 图像就需要 300s。利用中继站的无线传输速率比较高,但费用更高。解决这个问题需要对图像数据进行压缩。

1.3.5 图像处理和分析模块

对图像的处理和分析模块一般可用算法的形式描述,而大多数的算法可用软件实现,只是在为了提高速度或克服通用计算机局限性的情况下才用特制的硬件。进入 20 世纪 90 年代,人们设计了各种与工业标准总线兼容的可以插入微机或工作站的图像卡。这不仅减少了成本,还促进了图像处理和分析专用软件的发展。这些图像卡包括用于图像数字化和临时存储的图像采集卡、以视频速度进行算术和逻辑运算的算术逻辑单元以及前面提到的帧缓存。此外,许多基本的图像处理和分析软件包已商品化。

1.4 数字图像处理的特点及其应用

在计算机出现之前,模拟图像处理(如借助光学、摄影等技术的处理)占主导地位。随着

计算机的发展和成熟,数字图像处理发展速度越来越快。与人类对视觉机理着迷的历史相比,它是一门相对年轻的学科。尽管目前一般采用顺序处理的计算机,对大数据量的图像处理速度不如光学方法快,但是其处理的精度高,实现多种功能的、高度复杂的运算求解非常灵活方便。在其短短的历史中,它却成功地应用于几乎所有与成像有关的领域,并正发挥相当重要的作用。

1.4.1 数字图像处理的特点

同模拟图像处理相比,数字图像处理有很多优点。主要表现在:

1. 精度高

不管是对 4bit 还是 8bit 和其他比特图像的处理,对计算机程序来说几乎是一样的。即使处理图像变大,只需改变数组的参数,处理方法不变。所以从原理上不管处理多高精度的图像都是可能的。而在模拟处理中,要想使精度提高一个数量级,就必须对装置进行大幅度改进。

2. 再现性好

不管是什么图像,它们均用数组或集合表示。将它们输入到计算机内,用计算机容易处理的形式表示。在传送和复制图像时,只在计算机内部进行处理,这样数据就不会丢失或遭破坏,保持了完好的再现性。而在模拟图像处理过程中,就会因为各种干扰及设备故障而无法保持图像的再现性。

3. 通用性、灵活性高

不管是可视图像还是 X 线照片、红外热成像、超声波图像等不可见光成像,尽管这些图像生成体系中的设备规模和精度各不相同,但当把图像信号直接进行 A/D 变换,或记录成照片再数字化,对于计算机来说都能用二维数组表示,不管什么样的图像都可以用同样的方法进行处理,这就是计算机处理的通用性。另外,对处理程序自由加以改变,可进行各种各样的处理。如上下滚动、漫游、拼图、合成、变换、放大、缩小和各种逻辑运算等,所以灵活性很高。

1.4.2 计算机图像处理的应用

计算机图像处理和计算机、多媒体、智能机器人、专家系统等技术的发展紧密相关。近年来计算机识别、理解图像的技术发展很快,也就是图像处理的目的除了直接供人观看(如医学图像是为医生观看作诊断)外,还进一步发展了与计算机视觉有关的应用,如邮件自动检,车辆自动驾驶等。下面仅罗列一些典型应用实例,而实际应用更广。

1. 在生物学中的应用

主要包括显微图像处理;DNA 显示分析;红、白血球分析计数;虫卵及组织切片的分析;癌细胞识别;染色体分析;心血管数字减影及其他减影技术;内脏大小形状及异常检测;微循环的分析判断;心脏活动的动态分析;热像、红外像分析;X 光照片增强、冻结及伪彩色增强;超声图像成像、冻结、增强及伪彩色处理;CT、MRI、 γ 射线照相机、正电子和质子 CT 的应用;专家系统如手术 PLANNING 规划的应用;生物进化的图像分析等。

2. 遥感航天中的应用

军事侦察、定位、导航、指挥等应用;多光谱卫星图像分析;地形、地图、国土普查;地质、