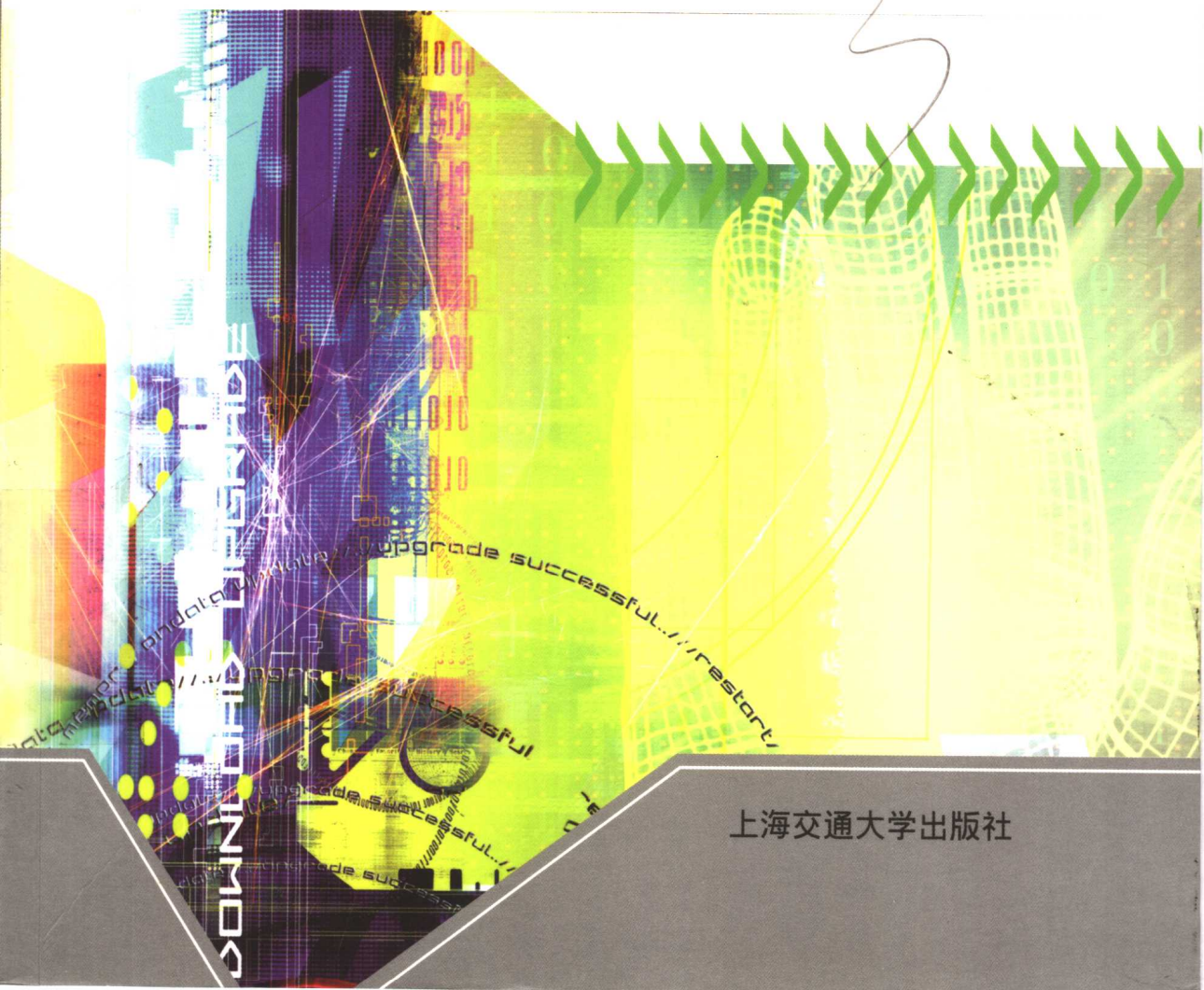


数字图像处理

▶ 余松煜 周源华 张 瑞 编



上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是在1989年出版的《数字图像处理》一书的基础上增补修订而成的。较之上一版,本书增补了人眼视觉模型和视觉特性,图像质量评价方法,图像增强、编码、分割的新方法,以及图像重建、小波变换原理与应用等内容。

本书系统介绍了数字图像处理的基础理论和基本技术。全书共分八章,分别是绪论、数字图像处理基础、图像的二维正交变换、图像增强、图像复原与重建、图像数据压缩编码、图像分割和图像描述。

本书可供信号与信息处理、通信工程、电子科学与技术、计算机科学与技术、自动控制等学科的本科高年级学生和研究生作为教材或教学参考书,也可作为从事上述学科领域以及生物、医学、遥感等应用领域的科研及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字图像处理/余松煜,周源华,张瑞编.—上海:上海交通大学出版社,2007

ISBN 978-7-313-04701-4

I.数… II.①余…②周…③张… III.数字图像处理
IV.TN911.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第017146号

数字图像处理

余松煜 周源华 张 瑞 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:25.25 字数:476千字

2007年2月第1版 2007年2月第1次印刷

印数:1-3 050

ISBN978-7-313-04701-4/TN·123 定价:43.00元

版权所有 侵权必究

前 言

本书是在 1989 年出版的由余松煜、周源华、吴时光三人合编的高等学校统编教材《数字图像处理》一书的基础上增补修订而成的。

本书系统介绍了数字图像处理的基本概念、理论和方法。力图在对图像处理的基础理论作较为系统、详细论述的基础上反映近年来图像处理技术的新进展。

全书共分八章。第 1 章是绪论。第 2 章是数字图像处理基础,和上一版相比,增补了人眼视觉特性、视觉模型和图像质量评价方面的新内容。第 3 章是图像的二维正交变换,主要增补内容是小波变换,尽量从概念上对小波变换的原理和方法进行讨论。第 4 章是图像增强,主要增补内容是广义中值滤波和小波去噪的方法。第 5 章是图像复原与重建,增补内容是由投影重建截面的原理和技术。第 6 章是图像数据压缩编码,与上一版相比,在内容上作了较大增删,重点介绍静止图像和运动图像压缩编码的原理和新技术。第 7 章是图像分割,在上一版的基础上增加了 Canny 边缘检测算子、Snake 轮廓跟踪技术和分水岭区域分割等方法。第 8 章是图像描述,主要增补内容是小波描述子。书末附录是数学形态学简介。

本书由余松煜编写第 1、3、6、7 章;周源华编写第 5、8 章;张瑞编写第 2、4 章。在编写过程中得到了上海交通大学图像通信与信息处理研究所许多师生的支持和帮助,特别是徐弈、李仁杰、宋好好、王粤、刘运强等所给予的鼎力相助,谨在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平和经验,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 1 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 图像和图像处理	1
1.1.1 景象和图像	1
1.1.2 数字图像处理的内容和范畴	3
1.1.3 数字图像处理发展历史和应用领域	4
1.2 数字图像处理系统简介	5
1.3 本书的内容安排	6
参考文献	8
第2章 数字图像处理基础	9
2.1 取样与重建	9
2.1.1 取样	10
2.1.2 重建	13
2.1.3 截取和孔径	15
2.2 量化	16
2.2.1 均匀量化	18
2.2.2 非均匀量化	20
2.3 光度学基础知识	23
2.3.1 相对视敏函数	24
2.3.2 光通量	25
2.3.3 发光强度	25
2.3.4 照度	26
2.3.5 亮度	27
2.3.6 成像模型	28
2.4 色度学基础知识	28
2.4.1 HSI 模型	29

2.4.2	三基色原理	30
2.4.3	物理三基色和 RGB 三色系数	32
2.4.4	计算三基色和 XYZ 三色系数	33
2.4.5	XYZ 色度图(CIE 色度图)	35
2.4.6	一些常用公式	37
2.5	人眼视觉特性	38
2.5.1	人眼构造简介	38
2.5.2	明暗视觉及视觉范围	39
2.5.3	亮度感觉	40
2.5.4	人眼的分辨率	43
2.5.5	人眼的适应性	44
2.5.6	马赫带效应	45
2.5.7	人眼的视觉惰性和闪烁感觉	46
2.5.8	视觉的空间错觉	46
2.6	人眼视觉模型与图像质量评价	47
2.6.1	人眼视觉模型	48
2.6.2	图像质量评价	51
	习题	53
	参考文献	55
第3章	图像的二维正交变换	57
3.1	正交变换的矩阵表达式	57
3.1.1	可分离核	57
3.1.2	正交变换矩阵	59
3.1.3	图像矩阵的外积分解	61
3.1.4	堆叠	62
3.1.5	矩阵的直积(Kronecker 积)	64
3.1.6	二维正交变换下的能量守恒	65
3.2	傅里叶变换	66
3.2.1	连续图像 $f(x, y)$ 的傅里叶变换	66
3.2.2	数字图像 $f(m, n)$ 的离散傅里叶变换	69
3.3	余弦变换	74
3.3.1	一维 DCT 表达式的结构	75
3.3.2	二维 DCT 表达式的结构	77

3.3.3 由 FFT 算法实现 DCT	79
3.4 沃尔什-哈达玛变换	81
3.4.1 哈达玛编号的沃尔什-哈达玛变换	82
3.4.2 列率	84
3.4.3 沃尔什编号的沃尔什-哈达玛变换	85
3.4.4 快速沃尔什-哈达玛变换	87
3.5 哈尔变换(Haar Transform)	91
3.5.1 哈尔变换的基函数(族)	91
3.5.2 离散化的哈尔变换基函数	92
3.5.3 基函数索引	94
3.5.4 Haar 函数的定义	95
3.5.5 Haar 变换的变换矩阵	95
3.5.6 图像的 2D-Haar 变换的变换矩阵	96
3.6 离散卡-洛变换	96
3.6.1 离散卡-洛变换的表达式	97
3.6.2 数据量压缩与误差	99
3.7 小波变换和多分辨率分析	101
3.7.1 连续小波变换	102
3.7.2 离散小波变换和小波级数	104
3.7.3 金字塔编码算法	105
3.7.4 子带编码	108
3.7.5 多分辨率分析和 Mallat 的快速小波变换算法	114
3.7.6 双正交小波变换	120
3.8 小波包和提升小波	124
3.8.1 小波包的基本原理及应用	124
3.8.2 提升小波变换	127
习题	133
参考文献	134
第 4 章 图像增强	136
4.1 灰度增强	136
4.1.1 灰度直方图	136
4.1.2 灰度的线性变换	138
4.1.3 灰度的非线性变换	142

4.1.4	直方图均衡和直方图规定化	150
4.2	空间域图像滤波	154
4.2.1	空间域图像锐化	155
4.2.2	空间域图像平滑	158
4.3	频域滤波	165
4.3.1	锐化模板与高频提升滤波器	165
4.3.2	平滑模板与低通滤波器	168
4.4	中值滤波	170
4.4.1	用于平滑噪声的中值滤波	170
4.4.2	广义的中值滤波	173
4.5	图像增强的其他方法	178
4.5.1	同态滤波	178
4.5.2	小波去噪	180
4.5.3	伪彩色增强	182
4.5.4	假彩色增强	184
	习题	184
	参考文献	186
第5章	图像复原与重建	187
5.1	退化的数学模型	187
5.2	连续系统的图像复原	189
5.2.1	一般原理	189
5.2.2	反滤波	190
5.2.3	维纳滤波	192
5.3	离散情况下的退化模型	193
5.3.1	一维	193
5.3.2	二维	197
5.4	离散情况下的复原	201
5.4.1	无约束条件复原	202
5.4.2	有约束条件复原	207
5.5	运动模糊图像的复原	209
5.6	图像重建	214
5.6.1	断层摄影图像的获取	214
5.6.2	代数重建法	216

5.6.3 傅里叶变换法	218
5.6.4 滤波-反投影法	220
习题	221
参考文献	222
第6章 图像数据压缩编码	223
6.1 图像编码概述	223
6.1.1 图像压缩编码的必要性和可能性	223
6.1.2 图像压缩编码的一般框图	224
6.1.3 图像压缩编码的分类	226
6.2 图像压缩编码的理论基础	228
6.2.1 无失真编码理论基础	228
6.2.2 限失真编码理论基础	232
6.3 熵编码	233
6.3.1 霍夫曼(Huffman)码	234
6.3.2 可逆变长码和通用变长码	238
6.3.3 算术码(Arithmetic Coding)	240
6.4 预测编码	245
6.4.1 预测编码原理	245
6.4.2 线性预测	247
6.4.3 运动补偿和帧间预测	250
6.5 变换编码	252
6.5.1 变换方式及子像块大小	253
6.5.2 系数选择和比特分配	254
6.5.3 方块效应的消除	256
6.6 图像编码国际标准简介	256
6.6.1 H.26×系列视频编码标准	257
6.6.2 MPEG 系列标准	260
6.6.3 JPEG、JPEG2000 和 JPEG-LS	262
6.7 小波变换编码	262
6.7.1 嵌入式零树小波算法 EZW(Embedded Zerotree Wavelet)	262
6.7.2 SPIHT 算法	267
习题	269

参考文献	270
第7章 图像分割	272
7.1 图像分割的定义和分类	272
7.2 基于边缘的图像分割	273
7.2.1 微分算子	274
7.2.2 曲面拟合边缘检测	279
7.2.3 Canny 边缘检测算子	281
7.2.4 轮廓跟踪	286
7.2.5 边缘的形态检测	291
7.2.6 霍夫(Hough)变换	291
7.2.7 多尺度轮廓提取	296
7.3 基于区域的图像分割	297
7.3.1 阈值化分割	298
7.3.2 特征空间聚类	306
7.3.3 区域生长法	307
7.3.4 区域-分裂合并法	310
7.3.5 形态学分水岭算法	312
7.4 基于边缘和区域的联合分割	316
7.4.1 嵌入式联合分割	316
7.4.2 后处理式联合分割	318
7.4.3 小结	320
7.5 图像分割算法的评价	321
7.5.1 评价方案和要求	321
7.5.2 图像分割算法评价准则	322
7.5.3 评价方法小结	324
习题	324
参考文献	325
第8章 图像描述	328
8.1 离散图像的几个几何概念	328
8.1.1 邻接与连通	328
8.1.2 距离	330
8.2 收缩、膨胀和细化	331

8.2.1 收缩和膨胀	331
8.2.2 细化	332
8.3 线的描述	335
8.3.1 曲线拟合	335
8.3.2 链码	340
8.3.3 傅里叶描述子	342
8.3.4 小波描述子	348
8.4 区域的描述	353
8.4.1 中轴变换	353
8.4.2 矩描述	356
8.4.3 拓扑描述子	359
8.4.4 四叉树	360
8.4.5 行程编码	362
8.5 几何特征的测量	364
8.5.1 拓扑特征及物体计数	364
8.5.2 面积	367
8.5.3 周长及弧长	368
8.5.4 投影长度和直径	371
8.5.5 斜率和曲率	372
8.5.6 形状特征的度量	373
习题	374
参考文献	376
 附录 数学形态学简介	 378
附录 1 阈值化	378
附录 2 形态滤波	379
附 2.1 二值图的形态滤波	379
附 2.2 灰度图像的形态滤波	388
参考文献	392

第 1 章 绪论

1.1 图像和图像处理

1.1.1 景象和图像

通常人眼所看到的客观存在的世界称之为景象。当我们从某一点观察某一景象时,物体所发出的光线(可以是发光物体本身辐射的光,也可以是物体受光源照射后反射或透射的光)进入人眼,在人眼的视网膜上成像。这个“像”反映了客观景物的亮度和颜色随空间位置和方向的变化,因此它是空间坐标的函数。视网膜成像是一种自然的生理现象,但只是到人类文明发展到一定时候人们才意识到它的存在,并设法用各种方法把它记录下来。这种记录下来的各种形式的“像”就是通常所说的图像,它包括各类图片、照片、绘画、文稿、X 光胶片等等。这些图像都是人们对客观景象、事物以及人们的思维、想象的一种描述和记录,是人类用来表达和传递信息的一种重要手段。在人对外界信息的感知中,大约有 70%是通过人的视觉系统,也就是以图像的形式获得的。而且随着科学技术的发展,人类不仅能获得并记录那些人眼可见的图像信息,即可见光范围内的图像,而且可以获得许多在通常情况下人眼无法看到的图像。这就是利用非可见光和其他手段成的“像”,并利用适当的换能装置将其变成人眼可见的图像,例如 X 射线成像、红外成像、超声成像、微波成像等等。这就使人的视觉能力大大地增强和延伸。总之,由于图像与人类活动关系非常密切,从日常家庭生活到生产、医疗、艺术、文教、军事、航天都离不开图像,因而对数字图像处理提出了越来越高的要求。正是这种迫切的实际需要,给图像处理技术的发展提供了巨大的动力,促进了图像处理技术的发展。

一幅平面图像所包含的信息首先表现为光的强度,它是随空间坐标 (x, y) 、光线的波长 λ 和时间 t 而变化的,因此图像函数可写成

$$I = f(x, y, \lambda, t) \quad (1.1-1)$$

按照不同的情况,图像可以分为各种类型。

若只考虑光的能量而不考虑它的波长时,在视觉效果上只有黑白深浅之分,而无色彩变化,这时称为黑白图像,图像函数可表示为

$$I = f(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) V_s(\lambda) d\lambda \quad (1.1-2)$$

式中: $V_s(\lambda)$ 为相对视敏函数(见第2章)。

当考虑不同波长光的彩色效应时,则为彩色图像。根据三基色原理(见第2章),任何一种彩色可以用红、绿、蓝三种基色来表示。所以彩色图像可表示成

$$I = \{f_r(x, y, t), f_g(x, y, t), f_b(x, y, t)\} \quad (1.1-3)$$

式中:

$$f_r(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) R_s(\lambda) d\lambda$$

$$f_g(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) G_s(\lambda) d\lambda$$

$$f_b(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) B_s(\lambda) d\lambda$$

式中: $R_s(\lambda)$, $G_s(\lambda)$, $B_s(\lambda)$ 分别是红、绿、蓝三基色的视敏函数。与此相应的还有由不同光波段的光形成的多谱图像。

当图像内容随时间变化时,称之为时变图像或运动图像,它的图像函数如式(1.1-1)~(1.1-3)所示。运动目标的图像,电影,电视的画面等都是运动图像。

当图像内容不随时间变化时,称之为静止图像。对黑白图像而言,静止图像函数为

$$I = f(x, y) \quad (1.1-4)$$

由于人眼的视野是有限的,因此图像在空间上是有界的,而且通常定义为矩形,即

$$0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y \quad (1.1-5)$$

图像函数在某一点的值通常称之为强度或灰度,与图像在这一点亮度(Brightness)相对应,并用正实数表示,而且这个数值的大小是有限的。通常约定,图像灰度值大,表示亮,反之则表示暗,即

$$0 \leq f(x, y) \leq B_m \quad (1.1-6)$$

B_m 为最大亮度。所以图像函数 $f(x, y)$ 是一个二元、有界、非负连续函数。

上面讨论的人眼能够看到的图像称为模拟图像,它的函数是连续的、可解析的,因而是可积的,有可逆的傅里叶变换等。但是,计算机无法接受模拟形式的图像,只有将模拟图像转换成数字图像才能用计算机进行处理。这种转换就是图像的数字

化,将在第2章中详细讨论。简略地说,一幅模拟图像经过采样和量化使其在空间上和数值上都离散化,形成一个数字点阵,通常采用等间隔采样和均匀量化。

这样,一幅静止的黑白图像经过数字化以后可以用一个大小为 $M \times N$ 的矩阵 $[f(m, n)]$ 来表示。这里 $m = 0, \dots, M-1, n = 0, \dots, N-1, M, N$ 为图像的总行数和总列数, $f(m, n)$ 表示第 m 行 n 列像素(Pixel 或简称 Pel)的灰度值。它是一个整数,例如若用 1 Byte 存储一个像素,其值在 $0 \sim 255$ 之间。有时为了表示方便,就用 $f(m, n)$ 来表示一幅经数字化后的黑白静止图像。相应的,彩色图像经数字化以后可以用三个矩阵来表示,它们是 $[f_r(m, n)], [f_g(m, n)]$ 和 $[f_b(m, n)]$, 分别表示彩色图像的红、绿、蓝三个分量。

用于遥感的多谱图像经数字化后可用 K 个矩阵 $[f_k(m, n)], k = 1, \dots, K$ 来表示,这里 K 表示光波段的总数。例如:NASA 的 LANDSAT 卫星的多光谱图像有 7 个分量 ($K = 7$), $k = 1$ 对应于蓝光波段, $k = 2$ 绿光, $k = 3$ 红光, $k = 4, \dots, 7$ 对应于不同波长的红外光波段。利用多谱图像进行地面物体的识别是相当有效的技术手段。

在计算机层析仪(CT)中,则用 $[f_k(m, n)]$ 来表示第 k 个截面的截面图像,它反映了不同位置处被测物体对 X 光吸收程度之强弱。

在数字电视或动态图像分析中,需要进行序列图像处理。序列图像可用 $[f_k(m, n)]$ 来表示,这里 k 为帧序号,表示时间轴上的采样。彩色活动图像则要用三个分量的序列来表示,即

$$[f_{rk}(m, n)], [f_{gk}(m, n)], [f_{bk}(m, n)], k = 1, 2, \dots,$$

在一般的视频(Video)应用中,常采用别的彩色坐标系,如可以用 Y, C_b, C_r 即亮度与色差来表示。则此时 $[f_{Yk}(m, n)], [f_{C_bk}(m, n)], [f_{C_rk}(m, n)]$ 三个图像序列用来表示一段时间里的彩色活动图像。

1.1.2 数字图像处理的内容和范畴

图像处理方法可分为两大类,即光学图像处理和数字图像处理。当然也有将光学和数字相结合的混合图像处理。

光学图像处理就是用光学的方法对模拟图像作某种处理。如:用光学傅里叶透镜对图像进行二维傅里叶变换等处理。光学图像处理是一种典型的模拟图像处理,它不在本书讨论范围以内。

数字图像处理就是用计算机对各种图像信息进行处理,以期得到某种预期的效果或从图像中提取有用的信息。这里的“计算机”是广义的,它不仅指通用计算机,也指由 DSP,各种专用处理芯片(ASIC)等构成的通用或专用处理系统。而这里的“处理”则有广义和狭义的不同理解,它涉及的内容包括了图像处理,模式识别

和计算机视觉中的许多概念和方法。根据抽象程度的不同可把这些处理分为低、中、高三个层次。低层处理涉及对图像进行加工以改善图像的视觉效果,或对图像数据进行压缩以利于图像的存储和传输。典型的处理方法如:图像对比度增强、边缘锐化、去噪声等。这些都是典型的图像增强处理,处理后的图像可以使人看起来更清楚。对散焦图像或因运动造成的模糊图像的处理则是要去除因散焦或因相机与物体间的相对运动造成的模糊,通常用图像复原技术进行处理。而为了节省传输带宽和存储空间,需要对图像进行压缩编码。前述各种处理都是从原始图像到处理后图像,即从图像到图像的处理过程。为了得到好的视觉效果,需要对人眼视觉系统(Human Visual System, HVS)的特点有深入的了解,而这正是难点所在。

中层处理主要是指用某种特殊手段提取、描述和分析图像中所包含的某些特征或特殊的信息,主要目的是便于计算机对图像做进一步的分析和理解,经常作为模式识别、计算机视觉等的预处理。这些特征包括很多方面,例如,图像的频域特征、灰度特征、边界特征、颜色特征、纹理特征、形状特征、拓扑特征以及关系结构等。这种处理过程往往首先要进行图像分割,把感兴趣的对象(Object,有些场合也称之为目标)从图像中分割出来,然后对它的特征进行测量,用特征数据来表示它,或用一些符号来表示对象或多个对象间的关系。这就是图像分割和描述。这里,输入的是图像;输出的则是数据,而不是图像。有些看似简单的图像要进行理想的分割和描述并不容易,这里涉及人对认知机理的了解。

高层处理涉及在图像分析中被识别物体的总体理解。通过对图像内容的理解及对场景的解释,进而指导和规划行动。

这三个层次的处理之间的界限有时并不清晰,它们之间有相互联系、相互依存的关系。下层处理结果不好会影响上层的正确识别和理解。反之,若在下层处理时能有效利用上层识别理解的中间结果,则可大大改进下层的处理结果。本书的内容限制在“狭义”的数字图像处理范畴以内,即包括图像增强、复原、压缩、分割和描述等,而不包括识别和理解,后者是模式识别和计算机视觉的经典内容。

1.1.3 数字图像处理发展历史和应用领域

数字图像处理的最早应用要追溯到 20 世纪 20 年代,当时图像处理技术首次应用于图像的远距离传送,用来改善英国伦敦和美国纽约之间经海底电缆发送的图片质量。当时世界上第一台计算机尚未诞生,采用的是一种用编码图像纸带去调制光束而使底片感光的系统。随着计算机和集成电路的诞生和飞速发展,数字图像处理才真正引起人们的巨大兴趣,并得到迅速发展。用计算机进行图像处理、改善图像质量的有效应用始于 1964 年,美国喷气推进实验室(J. P. L.)用计算机对“徘徊者 7 号”、“水手 4 号”、阿波罗载人登月飞船等传回的图片都用了数字图像处

理技术进行处理,当时的主要处理是图像的校正、增强、复原等。1972年,美国陆地资源卫星(Landsat)将多谱图像用于资源探测。遥感图像处理的应用面非常广,如:地形地质探测,森林、水利、海洋、农业等资源调查,自然灾害的预测和预报,环境污染的监测,气象卫星云图的处理等。

1972年计算机层析仪(CT,或称CAT)问世。它将图像重建技术用于医学,取得了巨大成功。更新的技术是核磁共振成像(MRI)。其他著名的医学应用有数字减影技术(DSA)、染色体分类、血球分类技术等。

数字图像处理在工业生产中的应用范围十分广泛。在产品的质量检测方面,如无损探伤图像处理,可以检查零部件内部的缺损、焊缝质量,进行金属材料的成分和结构的分析。在工业自动控制中可以进行纺织品质量的检查,监视零部件的装配等。在港口的检测调度,交通管理,车型、车牌识别等应用领域均可采用图像处理技术。

在军事、公安等应用领域,图像处理可用于目标的侦察,目标识别跟踪制导,如基于图像匹配的巡航导弹等。在公安、安全部门,有人脸识别,指纹识别和指纹库,图像监控等。

目前,图像压缩编码技术已经得到了广泛的推广应用,对人们的日常生活产生了重要的影响。VCD, DVD和各种档次的数字电视,如标清电视、高清电视、数字电影、网络电视及即将到来的手机电视等都是图像压缩技术的应用实例。

冈萨雷斯教授在他的书中写道:“今天,几乎不存在与数字图像处理无关的领域。”

1.2 数字图像处理系统简介

数字图像处理主要依靠计算机对图像数据进行加工。但是在处理以前首先必须把图像信息转换成数据送入计算机,因此必须有图像输入和数字化设备。图像处理完毕后必须把它显示出来或记录成硬拷贝,这就需要有显示及记录设备。所以,一般说来,数字图像处理系统由三大部分组成,即图像输入及数字化设备,图像信息处理设备和图像显示及记录设备,如图1.1所示。

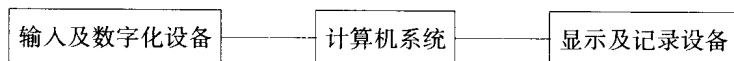


图 1.1 数字图像处理系统的三大组成部分

图像信息的处理由计算机担任。由于数字图像信息量十分巨大,要求计算机系统运算速度快,存储容量大(包括内存及外存),且有较强的软件功能。根据图像处理系统不同的用途,可以采用不同的计算机系统,从微型计算机到大型计算机;可以是单个计算机,也可以用阵列机、多处理机或计算机网络。专用的图像处理系

统的信息处理常常用一片或几片专用芯片来完成。

图像输入设备可以采用电视摄像机、鼓式扫描器或固体器件等等。它们在输入信息的速度、空间分辨率(扫描精度)等方面各有特点,可以根据需要来选用。一个通用的数字图像处理系统也可同时配有几种图像输入设备,以适应不同的需要。图像输入设备一般只起光电转换的作用,即将图像的光强信息转变为模拟电信号。然后,再送到数字化设备,即模数转换器转变为数字图像。模数转换器完成采样和量化两个过程,一般由专用芯片来完成。有些图像输入设备输出的已是数字信号,则可经数字接口直接接入计算机。

经过处理以后的图像可以在图像显示器上显示,同时增设专门的交互式控制设备,如数字化仪(Tablet),鼠标、跟踪球、游戏杆、光笔等。通过这些设备可以把人的作用反馈给计算机,干预和引导计算机的运行,使系统的处理能力大大提高。

图 1.2 是一个通用数字图像处理系统的方框图。

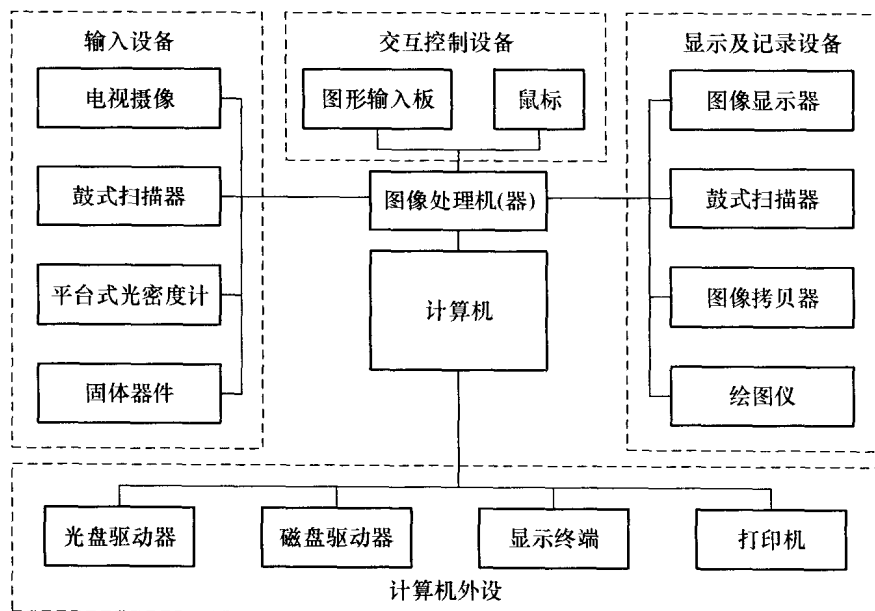


图 1.2 通用数字图像处理系统的组成框图

1.3 本书的内容安排

数字图像处理的内容十分丰富,应用范围十分广泛。本书的内容限制在通常意义的,即狭义的数字图像处理范围内。对诸如图像内容的识别、理解等内容感兴

趣的读者可参阅模式识别、计算机视觉方面的有关书籍。

全书分三个部分共8章和一个附录。第一部分是图像处理基础(1, 2, 3章)。第二部分介绍与视觉相关的几种常用图像处理技术,包括图像增强、复原、重建、压缩编码(4, 5, 6章)。第三部分介绍与机器识别理解有关的图像处理技术,包括图像的分割与描述(7, 8章)。附录则对数学形态学的原理作简介。各章内容如下:

第1章 绪论

它对图像处理技术作概括性的介绍。对各种用途图像信息的来源、表示方法、数字图像处理的内容和范畴、发展历史和应用领域作概括的介绍。并对通用数字图像处理系统的构成作简要说明。

第2章 数字图像处理基础

它对图像的数字化、光度学、色度学基础、视觉模型和视觉特性、图像质量的主观评价等内容作了介绍。

第3章 图像的二维正交变换

它对二维正交变换的数字表达、图像的离散傅里叶变换、离散余弦变换、离散卡-洛变换、沃尔什-哈达玛变换、哈尔变换等内容作了较详细的讨论。并对近年来在图像处理中用得越来越多的小波变换作了介绍,着重从概念上对小波变换概念和方法进行讨论。

第4章 图像增强

介绍各种常用的图像增强技术。包括图像的灰度变换、去噪声、各种空间域或变换域滤波技术、同态滤波、中值滤波、小波去噪及彩色图像增强。图像增强是提高图像视觉质量的有效方法,是简单有效的图像处理技术。怎样用简单的处理提高图像的视觉质量,是本章讨论的核心问题。

第5章 图像复原与重建

图像复原是通过处理将降质图像进行复原,尽量恢复原图的过程。本章主要通过代数方法对常用的无约束和有约束复原技术进行讨论。本章还对由投影重建截面的图像重建技术的原理进行了讨论。

第6章 图像数据压缩编码

图像压缩编码技术是目前应用最广泛的图像处理技术。本章介绍图像编码的基本原理和常用技术,包括预测编码、变换编码、各种熵编码技术。本章对静止图像和活动图像编码的原理和框架作了介绍。对近年来的各种图像编码国际标准作了简介,对这些标准的具体规定有兴趣的读者,可参阅有关的标准文本和相关文献。怎样有效地将信息论和视觉特性用于图像编码,是本章讨论的核心问题。

第7章 图像分割

本章介绍各种常用的图像分割技术。图像分割是机器对图像内容进行识别理