

MATLAB

应用实例精讲

——图像处理与GUI设计篇

陈超 等编著

- ★ 内容翔实
- ★ 实例丰富
- ★ 循序渐进
- ★ 举一反三



MATLAB

应用实例精讲

——图像处理与GUI设计篇

陈超 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书以核心技术与大量工程实例相结合的形式,介绍了 MATLAB 在图像处理与 GUI 设计方面的应用原理、方法和技巧。全书分 2 篇,共 15 章,第 1 篇为基础技术篇(第 1~第 10 章),介绍了 MATLAB 图像处理基础、图像基本运算、图像变换、图像增强、图像编码与压缩、图像复原、边缘提取与图像分割、数学形态学、彩色图像处理以及图形用户界面,希望读者通过学习,能够掌握 MATLAB 图像处理的技术精要,为后面实例的学习打下坚实的基础;第 2 篇为 MATLAB 工程实例篇(第 11~第 15 章),结合 13 个工程实例,从专业的角度介绍了 MATLAB 在模式识别、小波变换、神经网络、GUI 设计方面的应用流程、方法与实现,并在最后安排了 3 个经典实例,对前面的知识进行了综合性运用,帮助读者举一反三、加深理解与巩固、快速上手、提高和学以致用,实现从入门到精通。

本书适合 MATLAB 的初、中级读者使用,既可以作为高校相关专业的理想教材,又可以作为从事图形图像处理、GUI 设计的科研人员的学习宝典。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 应用实例精讲:图像处理与 GUI 设计篇 / 陈超等编著. —北京:电子工业出版社, 2011.2
ISBN 978-7-121-12719-9

I. ①M… II. ①陈… III. ①数字图像处理—计算机辅助计算—软件包, MATLAB②算法语言—程序设计 IV. ①TP391.75②TN911.73③TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 261220 号

策划编辑:袁金敏

责任编辑:贾莉

印 刷:

北京中新伟业印刷有限公司

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32.5 字数: 790 千字

印 次: 2011 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 65.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

MATLAB 是由 MathWorks 公司开发的一种用于数值计算及可视化图形处理的工程应用软件, 在图形处理方面有着强大的功能和广泛深入的应用。目前市场上有一些同类的 MATLAB 书, 以讲解基础原理、技术为主, 应用实践性内容不够, 本书正是为了弥补这种不足而编写的。

本书以实际工程为背景, 结合作者多年工程经验, 深入浅出地介绍了 MATLAB 在图形处理与 GUI 设计方面的方法和技巧。全书分 2 篇, 共 15 章, 具体内容安排如下:

第 1 篇为基础技术篇, 包括第 1~第 10 章, 依次介绍了 MATLAB 图像处理基础、图像基本运算、图像变换、图像增强、图像编码与压缩、图像复原、边缘提取与图像分割、数学形态学、彩色图像处理以及图形用户界面, 希望读者通过学习, 可以掌握 MATLAB 图像处理的主要技术, 为后面的实例学习打下坚实的基础。

第 2 篇为 MATLAB 工程实例篇, 包括第 11~第 15 章, 通过 13 个典型实例, 从专业的角度, 介绍了 MATLAB 在模式识别、小波变换、神经网络、GUI 设计方面的应用流程、方法与实现, 并在最后安排了 3 个经典实例, 对前面的知识进行综合性运用, 帮助读者举一反三、加深理解和巩固, 实现从入门到精通。

与同类型书相比, 本书的主要特色如下:

(1) 本书以应用为纲, 融合了作者多年的工程经验, 以专业为保障的同时, 突出了工程实践。

(2) 本书实例典型丰富, 具有很强的代表性和指导性, 涉及模式识别、小波变换、神经网络、GUI 设计等热门领域, 并依照专业原理、应用流程和实现技巧的方式进行讲述, 降低读者的学习门槛, 直线提高学习效率。

本书适合 MATLAB 的初、中级读者使用, 既可以作为高校相关专业的理想教材, 又可以作为从事图形图像处理、GUI 设计的科研人员的学习宝典。

本书主要由陈超编写, 参与编写的人员还有: 赵汶、唐清善、邱宝良、李宁宇、严剑忠、黄小宽、付军鹏、张广安、贾素龙、金平、徐春林、谢正义、郑贞平等, 在此一并向他们表示感谢!

由于时间仓促, 再加之作者的水平有限, 书中难免存在不足之处, 欢迎广大读者批评和指正。

目 录

第 1 章	MATLAB 图像处理入门	1
1.1	数字图像处理概述	1
1.1.1	数字图像处理的发展与应用	1
1.1.2	数字图像处理的特点	2
1.1.3	数字图像处理的研究内容	3
1.1.4	数字图像处理系统的开发工具	5
1.2	MATLAB 语言简介	6
1.2.1	MATLAB 编程基础	6
1.2.2	MATLAB 帮助系统	9
1.2.3	M 文件介绍	11
1.3	MATLAB 图像处理简介	16
1.3.1	MATLAB 图像处理工具箱	17
1.3.2	MATLAB R2010 图像处理工具箱的新特性	19
1.3.3	噪声模型	19
1.3.4	在 MATLAB 中使用函数 <code>imnoise</code> 添加噪声	23
1.4	MATLAB 图像处理入门实例	24
1.4.1	图像文件的信息查询	25
1.4.2	图像文件的读取	26
1.4.3	图像文件的显示	26
1.4.4	图像文件的保存	31
1.5	本章小结	32
第 2 章	图像运算	33
2.1	图像的点运算	33
2.1.1	点运算定义	33
2.1.2	点运算的种类	33
2.1.3	点运算和直方图	37
2.1.4	直方图均衡化	39
2.2	图像的代数运算	42
2.2.1	图像代数运算的定义	42
2.2.2	图像加法	43
2.2.3	图像减法	46
2.2.4	图像乘法	49

2.2.5 图像除法	51
2.3 图像的几何运算	53
2.3.1 灰度级插值	53
2.3.2 空间变换	57
2.3.3 几何畸变校正和图像配准	60
2.4 本章小结	63
第3章 图像变换	64
3.1 线性变换	64
3.1.1 标量表达式	64
3.1.2 矢量表示	64
3.1.3 矩阵表示	65
3.1.4 可逆变换	65
3.1.5 基平面	65
3.2 离散傅里叶变换 (DFT)	65
3.2.1 离散傅里叶变换的定义	65
3.2.2 傅里叶变换的性质	66
3.2.3 傅里叶变换在图像处理中的应用	70
3.3 离散余弦变换 (DCT)	72
3.3.1 DCT 的定义	72
3.3.2 DCT 在图像处理中的应用	74
3.4 哈尔变换 (HT)	76
3.4.1 Haar 函数的定义	76
3.4.2 Haar 矩阵与 Haar 变换	77
3.5 沃尔什-哈达玛变换	78
3.5.1 Walsh 函数	78
3.5.2 沃尔什-哈达玛变换定义	79
3.6 Hough 变换	82
3.6.1 基本原理	82
3.6.2 扩展应用	86
3.7 Radon 变换	86
3.7.1 平行数据 Radon 变换	86
3.7.2 扇形数据 Radon 变换	89
3.7.3 Radon 逆变换	89
3.8 本章小结	92
第4章 图像增强	93
4.1 对比度增强	93

4.1.1	线性变换	93
4.1.2	非线性变换	94
4.2	直方图增强	96
4.3	图像锐化	99
4.3.1	边缘提取和锐化	99
4.3.2	拉普拉斯 (Laplacian) 算子	100
4.3.3	Wallis 算子	102
4.4	图像伪彩色增强	103
4.5	图像频域增强	106
4.5.1	低通滤波	107
4.5.2	高通滤波器	118
4.5.3	周期底纹清除滤波	124
4.5.4	同态滤波	125
4.6	本章小结	128
第 5 章	图像编码与压缩	130
5.1	图像编码压缩概述	130
5.1.1	图像编码压缩的必要性和可能性	130
5.1.2	图像编码压缩方法简介	132
5.1.3	图像编码质量的评价	133
5.2	统计编码	134
5.2.1	哈夫曼编码	134
5.2.2	算术编码	138
5.2.3	行程编码	142
5.3	预测编码	143
5.3.1	差分脉冲编码调制 (DPCM) 编码	143
5.3.2	运动补偿	147
5.3.3	增量调制编码	147
5.4	变换编码	148
5.4.1	主成分变换 (KLT)	148
5.4.2	离散余弦变换 (DCT)	152
5.4.3	离散沃尔什-哈达玛变换 (DWHT)	154
5.4.4	小波变换	156
5.5	本章小结	157
第 6 章	图像恢复	159
6.1	图像退化的原因	159
6.2	图像退化模型	160
6.2.1	点扩展函数	160

6.2.2	退化的数学模型	160
6.3	图像恢复方法	162
6.3.1	维纳滤波方法	162
6.3.2	约束最小二乘法	166
6.3.3	Lucy-Richardson 迭代方法	170
6.3.4	盲卷积算法	174
6.4	本章小结	178
第 7 章	边缘检测和图像分割	179
7.1	图像分割原理与方法	179
7.2	边缘检测	180
7.2.1	基本原理	180
7.2.2	边缘检测算子	181
7.2.3	边缘检测的 MATLAB 实现	185
7.3	边界跟踪与直线检测	188
7.3.1	基本原理	189
7.3.2	边界跟踪的 MATLAB 实现	189
7.3.3	直线提取算法	194
7.4	基于灰度的分割	199
7.4.1	基本原理	199
7.4.2	图像灰度分割的 MATLAB 实现	200
7.5	本章小结	204
第 8 章	数学形态学图像处理	205
8.1	数学形态学基本理论	205
8.2	膨胀和腐蚀	206
8.2.1	膨胀和腐蚀简介	206
8.2.2	结构元素	207
8.2.3	膨胀的 MATLAB 实现	211
8.2.4	腐蚀的 MATLAB 实现	213
8.2.5	膨胀和腐蚀的组合运算	214
8.2.6	基于膨胀和腐蚀的形态学运算	217
8.3	形态学重建	220
8.3.1	标记图像和掩模图像	221
8.3.2	像素的连通性	223
8.3.3	填充操作	224
8.3.4	寻找峰值和谷值	225
8.4	距离变换	230
8.5	本章小结	233

第 9 章	图像处理与分析	234
9.1	彩色图像处理技术概述	234
9.2	彩色视觉与彩色图像	234
9.2.1	彩色视觉	235
9.2.2	彩色成像原理	235
9.2.3	彩色图像格式	238
9.2.4	彩色坐标变换	239
9.2.5	彩色图像处理的 MATLAB 实现	240
9.3	彩色图像处理	244
9.3.1	彩色平衡	244
9.3.2	彩色图像增强	245
9.3.3	彩色补偿	246
9.3.4	彩色图像恢复	247
9.3.5	彩色图像处理的 MATLAB 实现	247
9.4	彩色图像分析	251
9.4.1	彩色图像分割	252
9.4.2	彩色图像测量	252
9.4.3	图像的伪彩色和假彩色处理	253
9.4.4	伪彩色和假彩色处理的 MATLAB 实现	255
9.5	本章小结	259
第 10 章	MATLAB 图形用户界面 (GUI)	260
10.1	GUI 基础	260
10.1.1	GUI 基本概念	260
10.1.2	GUI 如何工作	261
10.1.3	如何创建 MATLAB GUI	261
10.1.4	GUI 简单示例	262
10.2	菜单	264
10.2.1	菜单的布置	265
10.2.2	建立菜单和子菜单	266
10.2.3	菜单示例	266
10.2.4	菜单属性	268
10.2.5	菜单快捷键	269
10.2.6	菜单的外观	270
10.2.7	菜单的颜色控制	274
10.2.8	菜单项去能	275
10.2.9	菜单的回调属性	277
10.2.10	菜单的 M 文件示例	278
10.3	控制框	282

10.3.1	按钮键	282
10.3.2	无线按钮	283
10.3.3	复选框	284
10.3.4	静态文本框	285
10.3.5	可编辑文本框	286
10.3.6	滚动条	287
10.3.7	弹出式菜单	289
10.3.8	框架	290
10.3.9	控制框属性	291
10.3.10	控制框布局的考虑	293
10.3.11	控制框的 M 文件示例	293
10.4	对话框	296
10.4.1	公共对话框	297
10.4.2	MATLAB 专用对话框	301
10.5	图形用户界面设计工具	304
10.5.1	布局编辑器 (Layout Editor)	306
10.5.2	对象位置调整工具 (Align Objects)	307
10.5.3	菜单编辑器 (Menu Editor)	307
10.5.4	Tab 顺序编辑器 (Tab Order Editor)	308
10.5.5	M-file 编辑器 (M-file Editor)	309
10.5.6	对象属性编辑器 (Property Inspector)	309
10.5.7	对象浏览器 (Object Browser)	310
10.6	本章小结	311
第 11 章	图像模式识别	312
11.1	统计模式识别	312
11.1.1	线性分类器及 MATLAB 实现	313
11.1.2	贝叶斯分类器	315
11.2	结构模式识别	319
11.2.1	树分类法	319
11.2.2	树分类示例	320
11.3	模糊模式识别	321
11.3.1	贴近度与模糊度	322
11.3.2	最大隶属原则与择近原则	323
11.3.3	MATLAB 在模糊模式识别中的应用示例	324
11.4	工程实例	328
11.4.1	基于字符串匹配的对象识别	328
11.4.2	利用模式识别对多光谱图像进行分类	343
11.5	本章小结	347

第 12 章 小波在图像处理中的应用	348
12.1 小波分析基础知识.....	348
12.1.1 小波变换简介.....	348
12.1.2 二维小波变换和多分辨率分析.....	350
12.1.3 小波图像工具箱的功能.....	354
12.2 基于小波的图像降噪和压缩.....	360
12.2.1 基于小波的图像降噪.....	361
12.2.2 基于小波的图像压缩技术.....	363
12.3 小波分析在图像增强中的应用.....	368
12.4 基于小波的图像融合技术.....	370
12.5 小波包在图像边缘检测中的应用.....	374
12.6 工程实例.....	375
12.6.1 基于小波的方向性和边缘检测.....	376
12.6.2 基于小波的图像平滑和模糊.....	388
12.6.3 基于小波的图像渐进重构.....	390
12.7 本章小结.....	392
第 13 章 神经网络在图像处理中的应用	393
13.1 常用的神经网络模型.....	393
13.1.1 BP 网络.....	393
13.1.2 Hopfield 网络.....	395
13.1.3 自组织网络.....	396
13.1.4 小波网络.....	396
13.1.5 细胞神经网络.....	397
13.1.6 模糊神经网络.....	397
13.2 神经网络在图像压缩中的应用.....	397
13.2.1 基于 BP 神经网络的图像压缩原理.....	397
13.2.2 基于 BP 神经网络的图像压缩的 MATLAB 实现.....	399
13.3 神经网络在图像识别中的应用.....	406
13.3.1 基于神经网络的图像识别的基本原理.....	407
13.3.2 基于神经网络的图像识别的 MATLAB 实现.....	408
13.4 工程实例.....	413
13.4.1 基于 PCNN 的图像分割.....	413
13.4.2 几种不同的手写阿拉伯数字识别方法比较.....	417
13.5 本章小结.....	420
第 14 章 MATLAB GUI 设计应用实例	421
14.1 MATLAB GUI 的设计原则和一般步骤.....	421
14.1.1 GUI 的设计原则.....	421

14.1.2	GUI 设计的一般步骤	422
14.2	工程实例	425
14.2.1	基于 MATLAB GUI 的日历设计	425
14.2.2	基于 MATLAB GUI 的串口通信编程	426
14.2.3	基于 MATLAB GUI 的图形显示效果控制	438
14.2.4	基于 MATLAB GUI 的图像边缘检测	440
14.3	本章小结	455
第 15 章	MATLAB 图像处理综合实例	456
15.1	在医学图像处理中的应用	456
15.1.1	医学图像处理概述	456
15.1.2	医学图像的灰度变换	457
15.1.3	基于高频强调滤波和直方图均衡化的医学图像增强	463
15.2	在汽车牌照识别系统中的应用	466
15.2.1	汽车牌照自动识别系统概述	466
15.2.2	汽车牌照定位 MATLAB 示例	466
15.2.3	基于神经网络的字符识别在车牌识别系统中的应用	473
15.3	在遥感图像处理中的应用	480
15.3.1	遥感技术概述	480
15.3.2	利用 MATLAB 对遥感图像进行直方图匹配	481
15.3.3	对遥感图像进行滤波增强	485
15.3.4	对遥感图像进行融合	487
15.3.5	对遥感图像进行变化检测	492
15.4	本章小结	505

第 1 章 MATLAB 图像处理入门

数字图像处理 (Digital Image Processing) 是通过计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的方法和技术。相对于以往的图像处理方法, 数字图像处理是一次新的“工业革命”, 它彻底改变了以往人们处理图像时所采用的手段, 成为图像处理中一个崭新的方向。

本章简要介绍了 MATLAB 的编程语言、数字图像处理工具箱以及 MATLAB 的基本操作, 使读者对 MATLAB 及图像处理技术有一个入门性的认识。

1.1 数字图像处理概述

数字图像处理是伴随着计算机的发展而发展的, 最早出现于 20 世纪 50 年代, 而数字图像处理作为一门学科大约形成于 20 世纪 60 年代初期。下面首先介绍数字图像处理的发展概况与应用。

1.1.1 数字图像处理的发展与应用

早期的图像处理的目的是改善图像的质量, 当时图像拍摄的硬件相对比较落后, 获得的图像质量也比较差, 科学家们发现了可以利用计算机处理的方法改善图像的显示效果, 弥补硬件的不足。在图像处理中, 输入的是视觉效果差的图像, 输出的是改善质量后的图像, 常用的图像处理方法有图像增强、复原、编码和压缩等。

数字图像处理首次获得实际成功应用的是在航天领域, 美国喷气推进实验室 (JPL) 对航天探测器徘徊者 7 号在 1964 年发回的几千张月球照片使用了图像处理技术, 如用几何校正、灰度变换、去除噪声等方法进行了处理, 并考虑了太阳位置和月球环境的影响, 由计算机成功地绘制出月球表面地图, 获得了巨大的成功。在以后的宇航空间技术 (如对火星、土星等星球的探测研究) 中, 数字图像处理技术都发挥了巨大的作用。

数字图像处理取得的另一个巨大成就是在医学上获得的成果。1972 年英国 EMI 公司工程师 Housfield 发明了用于头颅诊断的 X 射线计算机断层摄影装置, 也就是我们通常所



说的 CT (Computer Tomography)。CT 的基本方法是根据人的头部截面的投影, 经计算机处理来重建截面图像, 称为图像重建。1975 年 EMI 公司又成功研制出全身用的 CT 装置, 获得了人体各个部位鲜明清晰的断层图像。

随着图像处理技术在实际工程中的不断应用, 图像处理日渐成为一门引人注目、前景远大的新型学科。目前, 图像处理的应用领域已涉及人类生活和工作的方方面面, 主要包括航天和航空技术、生物医学工程、通信工程、工业和工程、军事公安、机器人视觉、视频和多媒体系统、文化艺术等方面。随着未来的计算机和信息领域技术的发展, 数字图像处理技术必将更加深入到人们的生产和科研活动中去, 成为人们生活、工作不可缺少的内容。

1.1.2 数字图像处理的特点

归纳起来, 数字图像处理具有以下优点和不足。

1. 优点

(1) 再现性好

数字图像处理与模拟图像处理的根本不同在于, 它不会因图像的存储、传输或复制等一系列变换操作而导致图像质量的退化, 只要图像在数字化时准确地表现了原稿, 则数字图像处理过程始终能保持图像的再现。

(2) 处理精度高

按目前的技术, 几乎可将一幅模拟图像数字化为任意大小的二维数组, 这主要取决于图像数字化设备的能力。现代扫描仪可以把每个像素的灰度等级量化为 16 位甚至更高, 这意味着图像的数字化精度可以达到满足任意应用需求。对计算机而言, 不论数组大小、每个像素的位数多或少, 其处理程序几乎是一样的。换言之, 从原理上讲, 不论图像的精度有多高, 处理总是能实现的, 只要在处理时改变程序中的数组参数就可以了。

(3) 适用面宽

图像可以来自多种信息源, 它们可以是可见光图像, 也可以是不可见的波谱图像。从图像反映的客观实体尺度看, 可以小到电子显微镜图像, 大到航空照片、遥感图像甚至天文望远镜图像。这些来自不同信息源的图像只要被变换为数字编码形式后, 均是用二维数组表示的灰度图像(彩色图像也是由灰度图像组合成的, 如 RGB 图像由红、绿、蓝三个灰度图像组合而成)组合而成, 因而均可用计算机来处理, 即只要针对不同的图像信息源, 采取相应的图像信息采集措施, 图像的数字处理方法适用于任何一种图像。

(4) 灵活性高

图像处理大体上可分为图像的像质改善、图像分析和图像重建三大部分, 每一部分均包含丰富的内容。图像的光学处理从原理上讲只能进行线性运算, 这极大地限制了光学图像处理能实现的目标, 而数字图像处理不仅能完成线性运算, 而且能实现非线性处理, 即凡是可以用数学公式或逻辑关系来表达的一切运算均可用数字图像处理来实现。

2. 不足

(1) 处理信息量大

数字图像处理的信息大多是二维信息, 处理信息量很大。例如, 一幅 256×256 低分

分辨率黑白图像，要求约 64Kb 的数据量；对高分辨率彩色 512×512 图像，则要求 768Kb 数据量；如果要处理 30 帧/秒的电视图像序列，则每秒要求 500Kb~22.5Mb 数据量，因此对计算机的计算速度、存储容量等要求较高。

(2) 占用频带较宽

数字图像处理占用的频带较宽，与语言信息相比，占用的频带要大几个数量级，如电视图像的带宽约 5.6MHz，而语音带宽仅为 4kHz 左右。所以，在成像、传输、存储、处理和显示等各个环节的实现上，技术难度较大，成本也高，这就对频带压缩技术提出了更高的要求。

(3) 像素间相关性大

数字图像中各个像素是不独立的，其相关性大。在图像画面上，经常有很多像素有相同或接近的灰度，就电视画面而言，同一行中相邻两个像素或相邻两行间的像素，其相关系数可达 0.9 以上，而一般说来，相邻两帧之间的相关性比帧内相关性还要大些，因此，图像处理中信息压缩的潜力很大。

(4) 无法复制三维景物的全部几何信息

由于图像是三维景物的二维投影，一幅图像本身不具备复现三维景物的全部几何信息的能力，很显然三维景物背后部分信息在二维图像画面上是反映不出来的。因此，要分析和理解三维景物，必须做合适的假定或附加新的测量，如双目图像或多视点图像。在理解三维景物时，需要知识导引，这也是人工智能中正在致力解决的知识工程问题。

(5) 人为因素影响较大

数字图像处理后的图像一般是给人观察和评价的，因此人为因素影响较大，由于人的视觉系统很复杂，受环境条件、视觉性能、人的情绪爱好以及知识状况影响很大，所以作为图像质量的评价还有待进一步深入地进行研究。另一方面，计算机视觉是模仿人的视觉的，人的感知机理必然影响着计算机视觉的研究，如什么是感知的初始基元、基元是如何组成的、局部与全局感知的关系、优先敏感的结构、属性和时间特征等，这些都是心理学和神经心理学正在着力研究的课题。

1.1.3 数字图像处理的研究内容

一般来讲，对图像进行处理（或加工、分析）的主要目的集中在以下三个方面：

(1) 图像数据的变换、编码和压缩，以便于图像的存储和传输。

(2) 提高图像的视感质量，如进行图像的亮度、色彩变换，增强、抑制某些成分，对图像进行几何变换等，以改善图像的视觉效果。

(3) 提取图像中所包含的某些特征或特殊信息，这些被提取的特征或信息往往能为计算机分析图像提供便利。提取特征或信息的过程是模式识别或计算机视觉的预处理，提取的特征可以包括很多方面，如频域特征、灰度或颜色特征、边界特征、区域特征、纹理特征、形状特征、拓扑特征和关系结构等。

因此，数字图像处理概括地说主要包含图像的转化与存储、图像视觉优化与图像理解三个层次，下面具体阐述。

1.1.3.1 图像的转化和存储

这是图像处理的最基本内容，是指图像的数字化的、图像的空间转换以及图像压缩存储问题。

(1) 图像数字化

目的是将模拟形式的图像通过数字化设备变为数字计算机可用的离散的图像数据，主要包括取样和量化技术。

(2) 图像变换

由于图像阵列很大，直接在空间域中进行处理，涉及的计算量很大。因此，往往采用各种图像变换的方法，如傅里叶变换、沃尔什变换、离散余弦变换等间接处理技术，将空间域的处理转换为变换域处理。这样，不仅可减少计算量，而且可获得更有效的处理（如傅里叶变换可在频域中进行数字滤波处理）。目前新兴研究的小波变换在时域和频域中都具有良好的局部化特性，它在图像处理中也有着广泛而有效的应用。

(3) 图像编码压缩

图像编码压缩技术可减少描述图像的数据量（即比特数），以便节省图像传输、处理时间和减少所占用的存储器容量。压缩可以在不失真的前提下获得，也可以在允许的失真条件下进行。编码是压缩技术中最重要的方法，它在图像处理技术中是发展最早且比较成熟的技术。

1.1.3.2 图像视觉优化

图像的视觉优化是指对于视觉效果差的图像，如何采用数字图像处理手段改善其视觉效果，主要分为图像增强和图像复原两类。

(1) 图像增强

图像增强是一种以改善人们的视觉效果（或便于人或机器分析、理解图像内容）为主要目的的改善图像质量的方法，如去除噪声、提高图像的清晰度等。它主要包括对比度增强、直方图修正、平滑、锐化、同态增强，等等。

(2) 图像复原（也称图像恢复）

图像复原（又称图像恢复）是对失真的图像进行恢复的过程，它主要包括对图像降质模型的一般表达、参数确定、频域中的恢复方法、约束或无约束最小二乘估计、盲卷积恢复等。

图像增强和复原的目的都是为了提高图像的质量，但图像增强不考虑图像降质的原因，突出图像中感兴趣的部分，如强化图像高频分量，可使图像中物体轮廓清晰、细节明显，又如强化低频分量，可减少图像中的噪声影响。而图像复原要求对图像降质的原因有一定的了解，一般讲应根据降质过程建立“降质模型”，再采用某种滤波方法，恢复或重建原来的图像。

1.1.3.3 图像理解

图像理解是数字图像处理的更高级过程，它是通过图像处理获得图像内容信息的过

程，当然也是最复杂的过程。它以前面两个内容为基础，引入其他统计学、形态学以及模式识别等原理作为补充，构成了图像理解的整个体系。这个过程包含的内容较多，但最基本的过程主要是以下两个部分。

(1) 图像分割

图像分割是数字图像处理中的关键技术之一。图像分割是将图像中有意义的特征部分提取出来，其有意义的特征有图像中的边缘、区域等，这是进一步进行图像识别、分析和理解的基础。虽然目前已研究出不少边缘提取、区域分割的方法，但还没有一种普遍适用于各种图像的有效方法，因此，对图像分割的研究还在不断进行中。

(2) 图像特征提取

图像特征提取是指对图像包含的内容信息进行提取，比如纹理和目标提取，然后通过匹配等手段进行识别，从而判断出图像中包含目标的种类和数量等有效信息。计算机视觉从某种意义上讲就是综合各类分析和处理手段为一体的图像理解。然而，由于图像理解层次上往往数学运算都较为复杂，因此，从目前来看，整体技术尚不成熟，尽管在局部领域这些技术已经有了较好的应用。

1.1.4 数字图像处理系统的开发工具

开发数字图像处理系统的软件有很多，如 Visual C++、Photoshop、CorelDRAW、Erdas Imagine、ENVI 等。尽管这些软件有很大的差异，但图像处理系统的结构一般如图 1.1 所示。

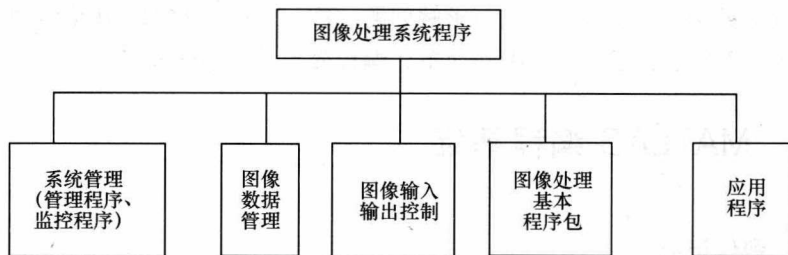


图 1.1 图像处理系统

- 系统管理

系统管理不仅与图像处理算法如何程序化有关，还与所用语言的种类有关，一般采用交互式调用和子程序型两种命令方式。

- 图像数据管理

图像数据管理包括多种格式的图像或图像数据的输入、输出、存储，以及文件管理等内容。

- 图像输入输出控制

图像输入输出控制是对系统带有特定的输入和输出设备的控制管理程序。

- 基本程序包

基本程序包具有基本的图像处理功能，通常以子程序的形式模块化，组成程序包。