

数字图像信息处理

勒中鑫 编著

Digital Image Information
Processing

国防工业出版社

责任编辑 王祖珮

ISBN 7-118-02826-6



9 787118 028263 >

ISBN 7-118-02826-6/TN·430

定价:34.00 元

数字图像信息处理

勒中鑫 编著

Digital Image Information
Processing

国防工业出版社

数字图像信息处理

Digital Image Information Processing

勒中鑫 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

数字图像信息处理/勒中鑫编著. —北京:国防工业出版社, 2003.1

ISBN 7-118-02826-6

I. 数... II. 勒... III. 数字图像处理
IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011393 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 14 $\frac{1}{8}$ 359 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—2500 册 定价:34.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版社国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承

3A-80107

担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金

评审委员会

国防科技图书出版基金

第四届评审委员会组成人员

名誉主任委员 陈达植

顾问 黄 宁

主任委员 殷鹤龄

副主任委员 王 峰 张涵信 张又栋

秘书长 张又栋

副秘书长 崔士义 蔡 镭

委员 于景元 王小谟 甘茂治 冯允成

(按姓名笔画排序) 刘世参 杨星豪 李德毅 吴有生

何新贵 佟玉民 宋家树 张立同

张鸿元 陈火旺 侯正明 常显奇

崔尔杰 彭华良 韩祖南 舒长胜

前 言

《数字图像信息处理》涉及多领域多学科的基础理论,与现代数学和技术密切相关,内容丰富,范围广泛。它已是通信、监察、机器视觉、生物医学等领域开发、研究与应用的重要技术手段。本着加强理论、立于应用、着眼发展的思路,全书分为Ⅲ篇 12 章。第 1 章至第 6 章为第 I 篇:处理基础与方法;第 7 章至第 9 章为第 II 篇:累积域处理、小波变换与运动估计;第 10 章至第 12 章为第 III 篇:恢复、配准与分类。概略地说,前 9 章主要为基础理论部分,后 3 章为实际应用部分。编写力求内容新颖,重点突出,适应面广。

第 1 章介绍图像处理的基本概念与视觉性质。第 2 章介绍数字化概念、六边形采样、直方图拉伸、灰度分层与伪彩色增显等方法,概念清楚、实用。第 3 章介绍自适应空域平滑、梯度边缘增强、二阶差分边缘提取与锐化等实用图像处理算法,讨论了边缘定位问题以及各向异性扩散与正则化变分法。第 4 章介绍中值滤波和形态滤波基本定义与算法,内容新颖,算法实用。第 5 章介绍 2 维傅里叶变换重要性质、2 维有限长度滤波器、同态滤波器、2 维递归滤波、AR 估计与 ARMA 谱估计,方法实用。第 6 章叙述离散余弦变换性质与系数重量化问题,阐明了离散卡洛变换基本内涵、基于神经网络的算法与维纳滤波,介绍了拉顿正变换与逆变换定义,及其作用与意义。第 7 章介绍高阶累积量与多谱定义、高阶累积量与模型参数的关系,阐述了累积域图像恢复、匹配滤波、模式分类与运动估计的基本思路。从含有噪声的图像中识别目标,应用累积域方法是很有效的。第 8 章介绍小波变换、多分辨率分析与小波包的基本算法,从数学上说明了小波变换是泛函分析的范例,小波进展中出现的每一变换函数都是小波家族成员,只要学会查表

就可实现小波变换分析与工程应用。第 9 章介绍时间序列图像运动估计与光流场的基本概念,叙述了基于块运动的估计算法、基于点对应的基本算法,以及模型域编码。第 10 章从改善与提高受噪声污染的图像质量和解像力的角度,介绍了最小二乘法、递推重构与基于神经网络的算法,简明地阐述了星载 SAR 信号成像处理的基本概念。第 11 章介绍图像数据的空间配准、叠加与镶嵌的基本概念,结合配准介绍了图像坐标变换、地图投影问题,以及图像整体配准。作为第 9 章的继续,介绍了立体像对的观察实例,阐述了虚拟立体像对、透视立体制作,以及立体像对匹配方法,从本质上阐明了图像识别中一些重要思路。第 12 章介绍似然分类的数学概念与费歇算法,叙述了多光谱图像分类特点。在分类前处理与分析中,讨论了多谱段比值抽取、卡洛变换特征抽取、广义特征抽取、累积量特征抽取与小波变换特征抽取,以及卡洛变换特征抽取与费歇算法的关系,讨论了神经网络分类算法以及多种信息融合问题。

本书较好地突破了传统的框架,有利于促进图像信息处理的发展和提高。不仅使多谱理论、小波变换、神经网络等技术融于一体,在概念上,还使泛函理论贯串于图像信息处理理论之中。本书适用于信号和图像处理专业的大学教师、博士生、科学研究人员和工程技术人员,对他们具有重要实际应用价值,对广大科技工作者也是一本有益的参考书。

对中国图像图形学学会副理事长、高级研究员邓广林和中国工程院院士王任享为本书出版所作的评审,表示衷心感谢,感谢他们给予的支持。对国防科技图书出版基金所给予的珍贵资助,对国防工业出版社全体同志为本书出版所做的工作,表示衷心感谢,感谢他们的辛勤劳动和帮助。

由于经验和水平有限,书中难免有不妥之处,诚恳地期望读者赐教和指正。

李力 中 秀

2002 年 8 月于信息工程大学

目 录

第 I 篇 处理基础与方法

第 1 章 绪论	1
1.1 前言	1
1.2 视觉心理物理学性质	6
1.3 图像处理基本内容与系统	9
第 2 章 数字化与灰度级调整	13
2.1 采样准则与量化	13
2.1.1 2 维单位脉冲采样函数	15
2.1.2 采样与重构	18
2.1.3 量化	22
2.2 基本运算类型	24
2.2.1 邻域与模板	24
2.2.2 迭代与跟踪	25
2.2.3 2 维卷积	25
2.2.4 离散场数字特征	29
2.3 直方图及其修整	31
2.3.1 直方图定义	32
2.3.2 直方图修整	34
2.4 灰度级变换与图像内插	39
2.4.1 分段线性变换	39
2.4.2 非线性拉伸	41
2.4.3 多图像的代数运算	42

2.4.4 图像内插与放大	44
2.5 灰度分层与彩色增显	47
2.5.1 伪彩色变换	47
2.5.2 加权直方图分割法	49
2.5.3 彩色合成与 RGB 显示	50
第 3 章 边缘鲜亮与各向异性	53
3.1 空域平滑与自适应	53
3.2 基于梯度的边缘增强	55
3.2.1 边缘模型与梯度	55
3.2.2 均值差分与边缘检测	58
3.2.3 灰度加权梯度法	60
3.3 二阶差分与边缘提取	62
3.3.1 拉普拉斯算子与锐化	62
3.3.2 马尔算子与尺度空间滤波	65
3.3.3 边缘检测定位精度问题	67
3.3.4 边缘跟踪与轮廓线配准	68
3.4 各向异性扩散法	71
3.4.1 各向异性扩散性质	73
3.4.2 各向异性扩散典型选择与鲁棒估计的等价性	76
3.5 正则化变分法	79
3.5.1 边缘正则化与位函数基本特点	80
3.5.2 正则化模型基本算法与边缘展现	82
第 4 章 非线性滤波与数学形态学	86
4.1 中值滤波	86
4.1.1 综合型中值滤波	87
4.1.2 基于边缘方向判别的自适应中值滤波	90
4.1.3 自适应鲁棒中值滤波	92
4.2 数学形态学滤波	94

4.2.1	数学形态学基本算子	94
4.2.2	数学形态学阴影集方法	99
4.2.3	数学形态学投影方法	102
4.3	基于轮廓结构的图像形态学处理与滤波	104
4.3.1	基于轮廓结构的二值图像形态学变换	104
4.3.2	基于轮廓结构的多值图像形态学处理与 滤波	106
第 5 章	傅里叶变换与滤波	108
5.1	2 维离散傅里叶变换	108
5.1.1	2 维离散傅里叶变换定义	108
5.1.2	2 维离散傅里叶变换性质	109
5.2	2 维有限长度滤波器	114
5.2.1	2 维有限长度滤波器设计考虑	114
5.2.2	同态滤波问题	127
5.2.3	周期图谱	129
5.3	2 维递归滤波与 AR 估计	133
5.3.1	2 维差分方程及其特征	133
5.3.2	2 维线性预测与 AR 算法	140
5.3.3	2 维 ARMA 谱估计	147
第 6 章	几种重要变换与维纳滤波	148
6.1	离散余弦变换	148
6.1.1	余弦变换的定义与性质	148
6.1.2	系数重量化问题	151
6.2	离散卡洛变换	153
6.2.1	离散卡洛变换定义	153
6.2.2	离散卡洛变换的基本内涵	154
6.2.3	基于神经网络的算法	159
6.2.4	卡洛变换在图像场中的应用	161

6.3 拉顿变换	166
6.3.1 拉顿变换的定义与特征提取	166
6.3.2 拉顿逆变换与举例	168
 第 II 篇 累积域处理、小波变换与运动估计	
第 7 章 累积域图像处理	171
7.1 高阶累积量与多谱定义	171
7.1.1 高阶累积量的定义及其基本性质	171
7.1.2 多谱定义、谱系数与相关谱	176
7.1.3 累积量与冲激响应间的关系	177
7.2 双谱及其非参数化估计	178
7.2.1 双谱的基本性质	179
7.2.2 双谱非参数化估计	183
7.3 高阶累积量与模型参数的关系	185
7.3.1 高阶累积量与 MA 参数估计	185
7.3.2 高阶累积量 ARMA 参数估计与自适应 ARMA 滤波	187
7.3.3 举例	190
7.4 非高斯 2 维随机场	192
7.4.1 2 维累积量与 2 维多谱	192
7.4.2 基于 2 维累积量的 ARMA 参数估计	194
7.4.3 2 维图像非因果模型	196
7.5 累积域图像处理中几种重要考虑	197
7.5.1 位移与旋转不变特征及其提取	197
7.5.2 图像恢复与双谱关系	198
7.5.3 匹配滤波与模式分类	200
7.5.4 运动估计	204
第 8 章 小波变换与多尺度处理	207
8.1 小波变换定义	207

8.1.1	小波变换与基本特性	207
8.1.2	离散小波变换与举例	211
8.2	多分辨率分析	214
8.2.1	多分辨率逼近及其基本关系	214
8.2.2	Mallat 小波分解和重构算法	223
8.2.3	小波一级分解与重构正交镜像滤波器组	226
8.3	多维正交小波基与序列图像的变换	230
8.3.1	2 维、3 维可分离正交小波基与实例分析	230
8.3.2	非分离 2 维小波变换	236
8.4	紧支集正交小波基与小波族	240
8.5	二进小波变换与边缘检测	245
8.5.1	二进小波变换	246
8.5.2	二进小波分解与重构	248
8.5.3	多尺度边缘提取与基于模板值的压缩编码	250
8.6	小波包与图像数据最佳压缩	257
8.6.1	小波包的概念与性质	257
8.6.2	图像数据压缩时最佳小波基选择举例	261
第 9 章	时变图像与运动估计	264
9.1	2 维平移运动估计与光流场的计算	264
9.2	基于块运动估计算法	270
9.2.1	基于块运动模型	270
9.2.2	块匹配法	271
9.2.3	分层运动估计	274
9.2.4	变形块运动估计	275
9.3	基于点对应的算法	276
9.3.1	3 维运动与透视投影关系	277
9.3.2	核线约束条件与运动矩阵参数估计	280
9.3.3	运动矩阵分解与旋转矩阵估计	282
9.4	运动补偿与模型域编码	287

9.4.1 基于对象的编码	288
9.4.2 基于知识与语义的编码	294

第Ⅲ篇 恢复、配准与分类

第10章 图像恢复与重构	298
---------------------------	------------

10.1 最小二乘法	298
10.1.1 无约束最小二乘法	299
10.1.2 约束最小二乘法	300
10.2 递推重构法	303
10.3 基于神经网络的算法	308
10.3.1 Hopfield 神经网络法	308
10.3.2 基于能量最大速降法	312
10.3.3 基于方差的参数指派法	314
10.4 合成孔径雷达信号成像处理	319
10.4.1 SAR 回波信号记录模型	321
10.4.2 基于回波数据的成像处理与实现	323
10.4.3 2 类典型系统	327

第11章 几何配准与立体观察	332
-----------------------------	------------

11.1 图像几何变换的基本概念	332
11.1.1 坐标变换与中心投影	332
11.1.2 地图投影问题	336
11.2 几何整体配准与重采样	339
11.2.1 多项式求解与同名点集要求	339
11.2.2 重采样	342
11.3 图像叠加与匹配	345
11.4 数字镶嵌	350
11.5 立体观察与显示	352
11.5.1 立体观察实例	352
11.5.2 陆地卫星旁向重叠立体	353

11.5.3 虚拟立体与透视立体·····	355
11.5.4 立体图像的匹配与计算机显示·····	359
第12章 图像分类与神经网络 ·····	371
12.1 统计分类与费歇算法·····	371
12.1.1 统计分类数学概念·····	372
12.1.2 费歇算法·····	375
12.2 多光谱图像分类特点与前处理·····	379
12.2.1 多光谱图像分类特点·····	380
12.2.2 与分类有关的几个重要问题·····	383
12.3 神经网络模式分类算法·····	391
12.3.1 LVQ 学习矢量量化模式分类 ·····	391
12.3.2 Kohonen 自组织特征映射模式分类 ·····	392
12.3.3 ART 自适应谐振网络模式分类 ·····	398
12.3.4 CPN 网络模式分类 ·····	400
12.3.5 RBF 网络多光谱分析与模式分类 ·····	402
12.4 信息融合与识别·····	411
12.4.1 多种图像信息的融合·····	411
12.4.2 图像信息和非图像信息的融合·····	412
12.4.3 智能化信息处理与识别·····	413
参考文献 ·····	416

