



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

遥感数字图像处理教程

韦玉春 汤国安 杨昕等 编著



科学出版社

www.sciencep.com

TP751.1/9D
9D
2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

内容简介

遥感数字图像处理教程

韦玉春 汤国安 杨 昕等 编著



中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第181810号

责任编辑：杨 昕
封面设计：张克敏

科学出版社

科学出版社

北京

（内容）

林慧斌等编著“十一五”普通高等教育

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书是作者在总结遥感教学经验、科研成果及国内外遥感数字图像处理技术最新进展的基础上编著而成的。全书共 10 章,主要内容包括:概论;遥感数字图像的获取和存储;遥感数字图像的表示和统计描述;图像显示和拉伸;图像校正;图像变换;图像滤波;图像分割;遥感图像分类;地物成分分析和信息提取。

本书既可作为遥感、地理信息系统等专业本科生教材,也可供相关专业教师和科研工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

遥感数字图像处理教程/韦玉春等编著. —北京:科学出版社,2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-020130-0

I. 遥… II. 韦… III. 遥感图像-数字图像处理-高等学校-教材
IV. TP751.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 161610 号

责任编辑:杨 红 李久进/责任校对:李奕莹

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 12 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 12 月第一次印刷 印张: 19 1/4

印数: 1—4 000 字数: 365 000

定价: 30.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈文林〉)

前 言

随着对地观测技术的迅速发展,遥感图像在社会生活和经济建设中发挥着越来越重要的作用。遥感图像已不仅仅是科学研究和工程设施建设的基础数据,同时,伴随着 Google Earth 的使用,各种类型的遥感图像已经成为普通人生活的一部分。遥感图像正不断扩展人类对世界的认知广度和深度。

遥感数字图像的处理,是对遥感数字图像的计算机处理。与工业和医学数字图像不同,遥感数字图像类型更为多样,内容更为复杂。因此,遥感数字图像的处理,不仅需要掌握已有的数字图像处理方法,而且需要具有相当的地学知识,是科学和艺术的有机结合。

本书面向大学本科学生,共包括 10 章,按照“基础知识—图像处理应用”来组织相关内容。主要内容为:

第 1 章绪论,主要介绍了图像、遥感数字图像和遥感数字图像处理的基本概念和软硬件要求。

第 2 章遥感数字图像的获取和存储,重点介绍了图像获取的传感器特征和存储的数据格式。

在遥感数字图像处理中,数据源不同,图像的特征不同。遥感图像包括了多个波长的电磁波信息,因此,需要我们首先掌握遥感主要传感器的基本特征,以便对图像进行合理的解释。通过传感器获取的数字图像以数字文件的方式存储。数字图像处理是对图像中的像素进行系列操作,图像的处理过程就是文件的存取过程和数据处理过程。传感器的分辨率不同,产生的文件格式不同,文件大小不同,图像处理的复杂程度也不同。

第 3 章遥感数字图像的和统计描述,介绍了遥感图像模型、图像表示方法、基本的统计特征和图像处理的基本概念。遥感图像模型是理解遥感图像的根本;不同类型的图像,其表示方式不同,描述方法也不同。统计描述是数字图像最基本的定量描述手段。掌握了基本的图像描述手段,才有可能对图像进行有效的定量分析。

第 4 章图像的显示和拉伸。图像的合成显示和拉伸是最基本的,也是使用最多的处理方法。图像的显示是为了理解数字图像中的内容,或对处理结果进行对比。图像的拉伸是为了提高图像的对比度,改善图像的显示效果。

第 5 章图像校正,这是图像的预处理工作,其目的是校正成像过程中各种因素影响导致的图像失真。校正包括辐射校正和几何精纠正两部分内容,前者通过辐

射定标和大气校正等处理将像素值由灰度级改变为辐照度或反射率,后者利用已有的空间参照体系纠正像素的坐标,使得图像能够与地图匹配或多景图像可以相互匹配。从工作顺序上看,获取图像后就应进行图像校正,但是考虑到校正过程中需要进行图像的合成显示和拉伸等处理,所以将图像校正放在了图像显示和拉伸一章的后面。

第6章图像变换和第7章图像滤波是基本的图像增强方法。处理的图像可以是原始图像,也可以是校正后的图像。由于图像校正后会占用更多的存储空间,所以实际工作中往往先处理原始图像,通过多次的实验寻找合适的处理方法,然后再处理校正后的图像。这两章介绍了主要的增强方法,包括:傅里叶变换、主成分变换、缨帽变换、彩色变换、代数运算、图像噪声、图像平滑和锐化的主要方法等,给出了比较丰富的图像处理实例。

第8章图像分割用于从背景中分割出感兴趣的地物目标,在高分辨率图像处理中应用更广。这章包括了常用的图像分割方法,内容与图像的拉伸和图像变换、滤波关系密切,是这些方法的深入综合应用。

第9章遥感图像分类,介绍了分类的基本原理、基本概念和常用的方法,对分类中存在的问题进行了比较深入的阐述。图像分类按照特定的分类系统对图像中像素的归属类别进行划分。图像分割的结果可作为图像监督分类中的训练区。

第10章地物成分分析和信息提取是考虑到高光谱数据应用和高空间分辨率图像的应用而增加的。当前,高光谱图像和高分辨率图像的使用越来越多,高光谱图像使得定量分析地物成分成为可能;高空间分辨率图像则使得提取地物信息、制作大比例尺地图成为可能。该章对这两种图像的处理思路和方法进行了介绍,以便为使用更复杂的处理方法提供必要的基础知识。

需要说明的是,本书中包括的方法适用于多光谱、高光谱和高分辨率图像,主要的内容也可用于微波图像的处理。但是,考虑到微波图像成像原理和预处理的复杂性,本书中没有包括微波图像处理的相关内容。

本书主要由韦玉春、汤国安和杨昕进行编写。此外,汪闽负责编写了第10章中的高空间分辨率图像处理部分。研究生徐彬、彭礼红、杨大伟、单静、徐建军和徐谨等帮助进行了基础材料和文字的整理工作,特此致谢。

遥感数字图像处理与其他学科相比显得非常年轻。如何将图像处理原理和处理方法有效地结合起来,以便更快地掌握和应用,还需要做更多的工作。本书虽然在编写中参考了多种材料,但由于个人水平和篇幅的限制以及遥感图像处理的复杂性,难免会有不当之处,还请读者能够不吝指教,以便修改。

韦玉春

2007年8月

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 图像和遥感数字图像	1
1.2 遥感数字图像处理	2
1.3 数字图像处理的发展和两个观点	6
1.4 基础理论和基本知识要求	7
1.5 本教程的组织结构	8
思考题	10
第 2 章 遥感数字图像的获取和存储	11
2.1 遥感图像的获取和数字化	11
2.2 常用遥感平台及其传感器特征	24
2.3 遥感图像的类型	28
2.4 遥感数字图像的级别和数据格式	29
2.5 数字图像分辨率	35
思考题	37
第 3 章 遥感数字图像表示和统计描述	38
3.1 遥感图像模型	38
3.2 遥感图像的数字表示	40
3.3 单波段图像的统计特征	42
3.4 多波段图像的统计特征	47
3.5 窗口、邻域和卷积	49
3.6 纹理	52
思考题	57
第 4 章 图像显示和拉伸	58
4.1 数字图像的显示	58
4.2 图像的彩色合成	67
4.3 图像拉伸	75
思考题	86
第 5 章 图像校正	87
5.1 辐射传输	87

5.2	辐射误差	94
5.3	系统辐射误差校正	96
5.4	传感器端的辐射校正	99
5.5	大气校正	102
5.6	地面辐射校正	107
5.7	图像几何误差的主要来源	109
5.8	几何精纠正	109
	思考题	122
第6章	图像变换	123
6.1	傅里叶变换	124
6.2	主成分变换	131
6.3	缨帽变换	135
6.4	代数运算	140
6.5	彩色变换	144
	思考题	149
第7章	图像滤波	150
7.1	空间域滤波和频率域滤波	150
7.2	图像平滑	152
7.3	图像锐化	161
7.4	频率域滤波	171
7.5	同态滤波	175
	思考题	177
第8章	图像分割	179
8.1	概述	179
8.2	灰度阈值法	181
8.3	梯度方法	185
8.4	区域生长方法	190
8.5	区域分割方法	192
8.6	数学形态学方法	194
	思考题	207
第9章	遥感图像分类	208
9.1	概述	208
9.2	相似性度量	210
9.3	工作流程	212
9.4	非监督分类	216

9.5 监督分类	225
9.6 其他分类方法	233
9.7 专家系统分类方法	239
9.8 分类后处理	242
9.9 分类精度分析	244
9.10 遥感专题制图	248
9.11 提高分类精度的基本对策	251
思考题	257
第 10 章 地物成分分析和信息提取	258
10.1 高光谱图像的特征	258
10.2 地物的反射光谱	260
10.3 地物成分分析	265
10.4 高空间分辨率图像	269
10.5 高空间分辨率图像处理与信息提取技术	272
10.6 面向对象的信息提取	288
思考题	294
主要参考文献	295

第1章 概 论

1.1 图像和遥感数字图像

1.1.1 图像和数字图像

依据 2003 年 R C 冈萨雷斯的定义,图像是对客观对象一种相似性的描述或写真,它包含了被描述或写真对象的信息,是人们最主要的信息源。在英语词典中,主要有 3 个词与图像有关,即 picture、image 和 pattern。本书图像所对应的英文词为 image,指通过镜头等设备得到的视觉形象,或“以某一技术手段再现于二维画面上的视觉信息”,通俗地说就是指那些用技术手段把目标进行再现而产生的图像,“是二维数据阵列的光学模拟”。

根据人眼的视觉可视性可将图像分为可见图像和不可见图像。可见图像有图片、照片、素描和油画等,以及用透镜、光栅和全息技术产生的各种可见光图像。不可见图像包括不可见光成像(如紫外线、红外线、微波成像)和不可见测量值(如温度、压力、人口密度)的分布图。

按图像的明暗程度和空间坐标的连续性,可将图像分为数字图像和模拟图像。数字图像指用计算机存储和处理的图像,是一种空间坐标和灰度均不连续、以离散数学原理表达的图像。在计算机内部,数字图像表现为二维阵列(网格),属于不可见图像。模拟图像(又称光学图像)指空间坐标和明暗程度连续变化的、计算机无法直接处理的图像,属于可见图像。

利用计算机技术,模拟图像与数字图像之间可以相互转换。把模拟图像转变成数字图像称为模/数转换,记作 A/D 转换;把数字图像转变成模拟图像称为数/模转换,记作 D/A 转换。

数字图像最基本的单位是像素。像素是 A/D 转换中的取样点,是计算机图像处理的最小单元;每个像素具有特定的空间位置和属性特征。

1.1.2 遥感数字图像

遥感数字图像(digital image)是数字形式的遥感图像。不同的地物能够反射或辐射不同波长的电磁波,利用这种特性,遥感系统可以产生不同的遥感数字图像。

遥感数字图像中的像素值称为亮度值(或灰度值、DN 值)。亮度值的高低由遥感传感器所探测到的地物电磁波的辐射强度决定。由于地物反射或辐射电磁波

的性质不同且受大气的影响不同,相同地点不同图像(不同波段、不同时期、不同种类的图像)的亮度值可能不同。

图像的每个像素对应三维世界中的一个实体、实体的一部分或多个实体。在太阳的照射下,一些电磁波被这个实体反射,一些被吸收。反射部分的电磁波(地物反射和天空中大气散射)到达传感器被记录下来,成为特定像素点的值。

像素的亮度值具有相对的意义,仅在图像内才能相互比较。不同图像中的相同位置上的像素值无法直接比较。只有当两景图像由同一物理过程获取,或者对两景图像的亮度值进行标准化处理以去除不同物理过程的影响后,才可以比较不同图像的像素值。

遥感数字图像与照片的差异如表 1.1 所示。

表 1.1 遥感数字图像与照片的差异

照 片	遥感数字图像
来自于模拟方式	来自于数字方式
通过摄影系统产生	通过扫描和数码照相机产生
没有像素	基本构成单位是像素
没有行列结构	具有行和列
没有扫描行	可能会观察到扫描行
0 表示没有数据	0 是数值,不表示没有数据
任何点都没有编号	每个点都有确定的数字编号
摄影受电磁光谱的成像范围限制	可以是电磁光谱的任意范围
一旦获取了照片,颜色就是确定的	颜色没有特定的规则,在处理过程中可以根据需要通过合成产生
具有红、绿、蓝 3 个通道	多个波段(3~8 000)

1.2 遥感数字图像处理

1.2.1 遥感数字图像处理概述

遥感数字图像处理是利用计算机图像处理系统对遥感图像中的像素进行系列操作的过程。

遥感图像中包含了很多信息。传统的模拟图像受媒介大小的限制无法完全表述这些信息,也很难进行信息的进一步处理,只有经数字化后才能有效地进行信息分析和处理。同时,数字图像处理极大地提高了图像处理的精度和信息提取的效率。

遥感数字图像处理的主要内容包括以下 3 个方面:

(1) 图像增强:使用多种方法,例如,灰度拉伸、平滑、锐化、彩色合成、主成分(K-L)变换、K-T 变换、代数运算、图像融合等压抑、去除噪声,增强整体图像或突出图像中的特定地物的信息,使图像更容易理解、解释和判读。

图像增强着重强调特定的图像特征,在特征提取、图像分析和视觉信息的显示中很有用。增强过程本身不会增加数据中原有的信息内容,仅仅是突出了特定的图像特征,使得图像更易于可视化的解释和理解。图像增强通常以人机交互的方式来进行,所使用的算法取决于具体应用方向。

(2) 图像校正:图像校正也称图像恢复、图像复原,主要是对传感器或环境造成的退化图像进行模糊消除、噪声滤除、几何失真或非线性校正。校正的方法除了图像增强中的一些方法外,主要包括辐射校正和几何纠正。在进行信息提取前,必须对遥感图像进行校正处理,以使图像信息能够正确地反映实际地物信息或物理过程。

(3) 信息提取:根据地物光谱特征和几何特征,确定不同地物信息的提取规则。在此基础上,利用该规则从校正后的遥感数据中提取各种有用的地物信息。主要包括图像分割、分类等方法,处理结果为分类专题图。

遥感数字图像处理,是整个遥感对地观测过程的一个基本组成部分(图 1.1)。处理的结果可以直接为资源管理、规划等服务,也可以为发展新的对地观测技术提供基本依据。

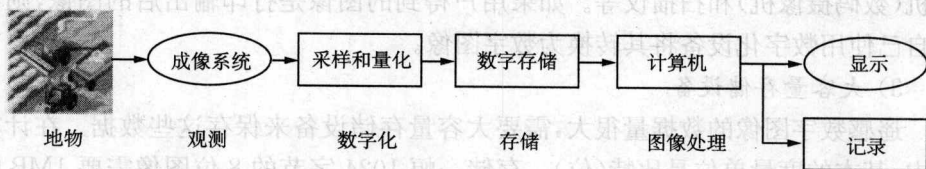


图 1.1 遥感与图像处理

1.2.2 遥感数字图像处理系统

数字图像处理需要借助于数字图像处理系统来完成。一个完整的遥感数字图像处理系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统是进行图像处理所必须具备的设备,包括输入、储存、处理、显示、输出等设备。软件系统指用于图像处理的各种程序。

1. 硬件系统

遥感数字图像处理的硬件系统主要由 5 部分组成:计算机、数字化设备、大容量存储器、显示器和输出设备以及操作台(图 1.2)。

1) 计算机

计算机是图像处理的核心,大的内存和高的 CPU 速度有助于加快处理的进度。常用的计算机有个人微机、图形工作站和小型机。苹果计算机由于具有严格的色彩管理体系,是图像处理的首选。

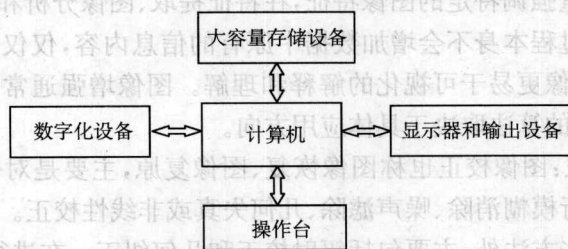


图 1.2 遥感数字图像处理系统的硬件构成

2) 数字化设备

为了采集数字图像,需要两种装置:一种是传感器,它能够将所接收到的电磁辐射能量转变成与能量成正比的(模拟)电信号;另一种是数字化设备,能将上述(模拟)电信号或模拟图像转换成数字(离散)的形式。这两种设备安装在遥感系统的遥感平台上,用户得到的是数字图像。

目前数字化设备有电荷耦合器件照相机(数码照相机)、带有显像管的视频摄像机(数码摄像机)和扫描仪等。如果用户得到的图像是打印输出后的图像,则需要自己使用数字化设备将其转换为数字图像。

3) 大容量存储设备

遥感数字图像的数据量很大,需要大容量存储设备来保存这些数据。在计算机中,基本的度量单位是比特(位)。存储一幅 1024 字节的 8 位图像需要 1MB 的存储空间。一景正常的包括 7 个波段的 LANDSAT5 的 TM 图像文件,至少占用 200MB 的存储空间,高光谱图像则可能需要超过 1GB 的存储空间。

内存和外存是常用的两类存储器。

(1) 内存提供了快速的数据存取能力,但是,断电后内存中的数据消失。目前计算机的内存大小一般为 1024MB,作为服务器的计算机,其内存可达 3GB 以上。内存容量越大,图像处理的效率越高。

(2) 外存包括磁盘、光盘、光盘塔、磁带等。常用的磁盘可存储数百吉比特的数据;光盘也可存储数吉比特的数据;一个光盘塔可放几十到几百张光盘。长期保存的数据则多用磁带。

4) 显示器和输出设备

显示器是基本的图像显示设备。专业的大尺寸显示器和多屏显示器有助于提高图像的处理效率。为了保证显示结果的可比性,显示器需要进行专业的色彩校正。

显示的图像可以通过硬拷贝转换到幻灯片、照片或透明胶片上。

打印设备用于输出图像。设备不同,输出图像的分辨率和色彩不同,在打印前

需要进行校正。随着各种新型打印技术(热敏、激光、喷墨等)的成熟,彩色高分辨率图像的打印输出成为主要趋势。

5) 操作台

操作台是安置数字化设备、输出设备和图像处理设备的辅助平台。良好的图像处理环境有助于保证图像处理的质量。

2. 软件系统

遥感数字图像处理系统由图像处理控制程序、管理程序和图像处理程序组成。除了专业的遥感图像处理系统(如 ERDAS、PCI、ENVI)外,还有面向专业应用领域的图像处理包和其他高级语言的程序库等。

遥感数字图像处理系统的典型功能包括:①由不同传感器获得的不同图像数据的存取和转换;②几何校正;③辐射校正;④图像增强处理;⑤统计分析;⑥特征提取;⑦图像分类和分类后处理;⑧专题制图;⑨专业工具,如高光谱图像处理、地形分析和雷达图像处理等工具。

与常用的办公软件相比,图像处理系统的各个功能显得比较分散,各个菜单之间的联系不紧密。从某种意义上看,图像处理系统更像一个综合的图像处理工具箱。图像处理往往涉及多个功能菜单的调用,只有熟练掌握了图像处理的基本原理,才有可能用好图像处理系统。

1) ERDAS IMAGINE 遥感图像处理系统

ERDAS IMAGINE 是美国 LEICA (莱卡)公司的遥感图像处理系统,包括面向多种应用领域的产品模块,以及面向不同层次用户的模型开发工具。2007 年该软件的最高版本号 9.1。

ERDAS IMAGINE 可在 UNIX 或 Windows 操作系统运行,其产品按照模块组成和用户类型进行划分。用户可根据自己的要求选择不同功能模块进行组合,以充分利用软硬件资源。ERDAS IMAGINE 最突出的特色是专家模型系统、可视化建模工具以及与 ArcGIS 软件的高度集成。

ERDAS IMAGINE 系统是基于文件的图像处理,每次图像处理的结果都要保存到磁盘文件中。因此,系统的运行需要预留较大的硬盘空间。

网址: <http://www.esrichina-bj.cn> 或 <http://www.esri.com>

2) ENVI 遥感图像处理系统

ENVI(the environment for visualizing images)是美国 ITT 公司的一套功能齐全的遥感图像处理系统,是处理、分析并显示多光谱数据、高光谱数据和雷达数据的高级工具。2007 年该软件的最高版本号为 4.3。

ENVI 包含齐全的遥感图像处理功能,如几何校正、定标、多光谱图像分析、高光谱分析、雷达分析、地形地貌分析、GPS 连接、正射图像制图、三维景观生成、制图、数据输入及输出等。ENVI 支持多种操作系统如 Windows、UNIX、Linux、

Macintosh 及 Open VMS 等,其最突出的特色是具有丰富的高光谱数据处理工具和内嵌的 IDL 开发语言。

ENVI 的处理结果可以存入硬盘也可以临时存入内存,因而增加了处理的便捷性。大内存可以有效地提高 ENVI 的图像处理效率。

网址:<http://www.ittvis.com/envi>

3) PCI Geomatica 遥感图像处理系统

PCI Geomatica 是加拿大 PCI 公司开发的用于图像处理、制图、GIS、雷达数据分析以及资源管理和环境监测的多功能软件系统,包括 400 余个模块,组成了一个非常全面的遥感图像处理系统。2007 年该软件的最高版本号为 10。

PCI 最突出的特色是功能丰富的工具箱和建模系统。

网址:<http://www.pcigeomatics.com>

4) ER Mapper 遥感图像处理系统

ER Mapper 是澳大利亚 EARTH RESOURCE MAPPING 公司开发的遥感图像处理系统,注重于图像压缩和图像的网络服务。

ER Mapper 的最大特点是基于算法的图像处理,该系统可以仅仅保存处理的算法而不保存处理后的图像,从而极大地节省了硬盘的空间。再次使用处理过的图像时,系统会根据保存的算法自动产生相应的图像。同时,ER Mapper 具有无缝镶嵌、均衡色彩和压缩图像等功能。独有的 ECW 压缩格式,数据处理能力达到 TB 级,使得 ER Mapper 成为遥感图像网络发布的实际标准。

网址:<http://www.ermapper.com>

1.3 数字图像处理的发展和两个观点

数字图像最早的应用领域是报纸业。早在 20 世纪 20 年代,图片传输系统就可以跨越大西洋传送并打印图片。当时的图像效果比较差,仅仅能够满足新闻的时效性要求。

数字图像处理的发展历史与数字计算机的发展密切相关。计算机为数字图像处理提供了存储、显示和传输等技术支持。

第一台可以执行有意义的遥感图像处理任务的大型计算机出现在 20 世纪 60 年代早期。1964 年,美国加利福尼亚的喷气推进实验室利用计算机技术改善了空间探测器发回的图像效果。当时,“旅行者 7 号”卫星传送的月球图像由计算机进行了处理,以校正航天器载电视摄像机产生的各种类型的图像畸变。

20 世纪 60 年代末、70 年代初,图像处理技术开始应用于医学影像、地球遥感监测和天文学等领域。20 世纪 70 年代发明的计算机轴向断层术(CT)是图像处理技术在医学领域最重要的应用之一。断层技术的发明人英国工程师 Godfrey N Hounsfield 先生和美国物理学家 Allan M Cormack 教授共同获取了 1979 年的诺贝尔

尔医学奖。

20世纪90年代后,随着计算机技术的迅速发展、图像处理系统的成熟以及对地观测技术的不断进步,遥感数字图像处理得到了迅速普及和发展。

当前,对于数字图像的处理存在两种观点:离散方法的观点和连续方法的观点。

1. 离散方法

该观点认为,一幅图像的存储和表示均为数字形式,数字是离散的,因此,使用离散方法进行图像处理才是合理的。与该方法相关的概念是空间域。空间域图像处理以图像平面本身为参考,直接对图像中的像素进行处理。

2. 连续方法

该观点认为,我们感兴趣的图像通常源自物理世界,它们服从可用连续数学描述的规律,因此具有连续性,应该使用连续数学方法进行图像处理(详细内容可参考 Henri Maître 等,2006)。

与该方法相关的主要概念是频率域。频率域基于傅里叶变换,频率域的图像处理是对傅里叶变换后产生的反映频率信息的图像进行处理。完成频率域图像处理,往往要变换至空间域进行图像的显示和对比。

从本质上看,我们所处理的数字图像等价于它所表示的连续图像。通过适当的图像显示或打印过程,可以将数字图像恢复成原有的连续图像,同样,可以采用数字的方法实现由原来的物理过程才能产生的效果。

1.4 基础理论和基本知识要求

随着科技的进步以及人类需求的多样化发展,多个学科不断交叉融合成为现代科学发展的突出特色。遥感数字图像处理是地学、物理学、数学、心理学相互渗透的产物,是社会生产乃至人类生活中不可缺少的强有力的工具,它与国计民生紧密相连,给人类带来了巨大的经济和社会效益。

为了更好地学习遥感数字图像处理技术,更好地利用图像处理方法提取空间信息、认识客观世界,需要具备以下几个方面的基础理论与基本知识。

1. 物理学

遥感建立在电磁辐射与地物相互作用的基础上,而遥感数字图像则是地物电磁辐射特性的反映。另外,遥感传感器是按照光学和电子技术原理设计和制造的,不同的传感器获得的图像在几何特征和物理特征方面都会存在着差异。同时,图像转换和图像处理的很多方法也是以光学、电子光学原理为基础的。因此,电磁辐射、光学和电子光学等方面的基本知识是不可缺少的。

2. 地学

遥感数字图像处理的目的是为了地学更好地提取地理信息,以便正确地认识客观

世界。现代遥感技术除了应用在军事领域外,主要以地球资源探测和环境监测为目的。只有具备了有关地球资源特征、分布及其与周围环境相互关系的知识,以及地球资源发生、发展的规律等方面的知识,才能利用适当的遥感图像处理方法,把各种资源与周围环境区别开来,从而确定被探测目标的数量、质量和形状。只有掌握了地理环境各因素的相互关系及其发生、发展规律,才能有效地利用适当的遥感图像处理方法,监测地理环境的动态变化,预测其发展方向。所以,掌握地理学知识是有效地利用遥感图像处理技术、认识地球客观世界的基本条件。

3. 数学

在遥感图像处理过程中,无论是遥感平台的运行特征、传感器的性能参数和地物的电磁辐射特性,还是遥感资料的传输和遥感图像的信息提取,都以一定的数学模型为依据,并运用现代计算技术进行定量计算。所以,要深入掌握遥感数字图像处理技术,必须具备扎实的数学基础。

4. 信息理论

遥感作为一项信息工程,包括遥感信息的获取、记录、传输、处理、预报和决策等信息论的全部功能。遥感信息与信息论是个别与一般的关系,遥感数字图像处理,是信息处理的主要组成部分。只有掌握了信息论的基础和方法,才能保证遥感数字图像处理在正确的理论指导下进行。

5. 计算机技术和地理信息系统

在现代社会,计算机的应用已经涉及生产领域、交换领域、管理领域乃至家庭生活,遥感数字图像处理更离不开计算机。计算机是图像处理的关键设备,并直接影响到图像处理能力和处理速度。不仅要掌握计算机的一般操作技能和计算机语言,更要掌握数据结构和数据库原理等知识。地理信息系统(geographic information system, GIS)是在计算机硬件和软件支持下,通过综合分析各种地理数据进行模拟、决策、规划、预测和预报的各种地理信息技术。遥感数字图像与 GIS 数据库中大量背景数据的叠合分析,可大大提高遥感图像的识别能力。因此,掌握地理信息系统的理论和应用是必不可少的。

1.5 本教程的组织结构

本书按照“基础知识—图像处理应用”来组织相关内容。本书中,第 2、3 章为基础知识;第 4~10 章是图像处理的主要内容,其中,第 4、5、6、7 章为常用的图像处理方法;第 8 章图像分割是各种处理方法的综合应用;第 9 章图像分类是图像处理的主要目的,也是图像处理的最终结果;第 10 章是高光谱图像和高空间分辨率图像特有的处理方法及其应用介绍(图 1.3)。

在遥感数字图像处理中,数据源不同,则图像的特征不同。由于图像包括了多个波长的电磁波信息,因此,需要我们首先掌握遥感传感器的基本特征,以便对图

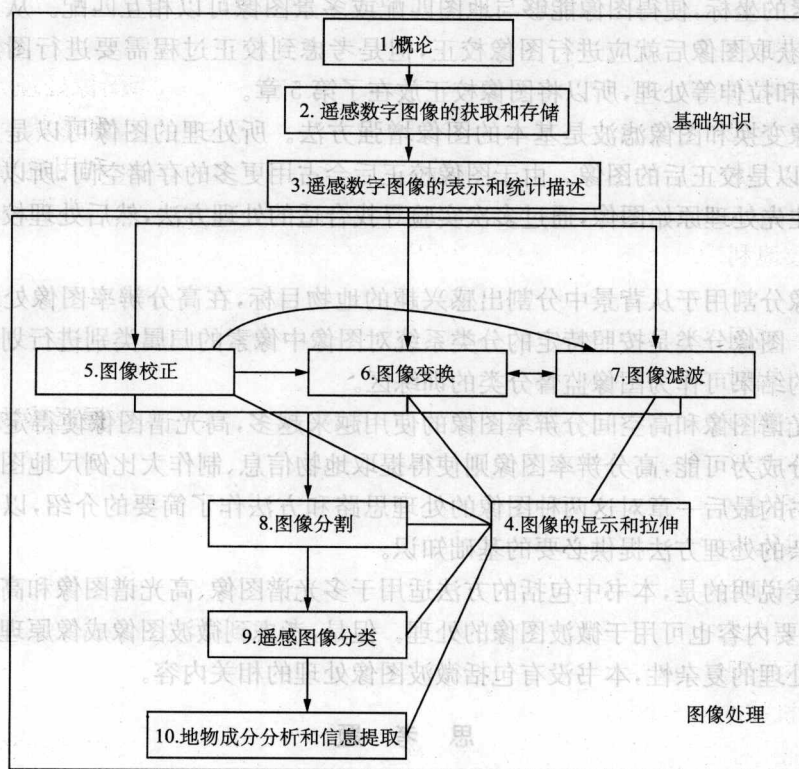


图 1.3 《遥感数字图像处理教程》章节组织结构
图中编号为章

像进行合理的解释。通过传感器获取的数字图像以数字文件的方式存储。传感器的分辨率不同,产生的文件格式和大小不同,文件的字节数可以从数百兆到数吉兆。数字图像处理是对图像中的像素进行的系列操作,图像的处理过程就是文件的存取过程 and 数据处理过程。

统计描述是数字图像最基本的定量描述手段。不同类型的图像,其表示方式不同,描述方法也不同。掌握了基本的图像描述方法,才有可能对图像进行有效的定量分析。

图像的合成、显示和拉伸是最基本的,也是使用最多的处理方法,所以放在第4章。图像的显示是为了理解数字图像中的内容,或对处理结果进行对比。图像的拉伸是为了提高图像的对比度,改善图像的显示效果。

图像校正属于图像的预处理,其目的是去除和压抑成像过程中由各种因素影响而导致的图像失真。校正包括辐射校正和几何纠正,前者通过辐射定标和大气校正等处理将像素值由灰度级改变为辐照度或反射率,后者利用已有的参照体系