

遥感图像处理原理和方法

实习教程

◎ 胡德勇 赵文吉 邓 磊 李家存 编著



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

遥感图像处理原理和方法 实习教程

胡德勇 赵文吉 邓 磊 李家存 编著



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

遥感图像处理原理和方法实习教程/胡德勇等编著. —北京: 首都师范大学出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-5656-1438-5

I. ①遥… II. ①胡… III. ①遥感图象—图象处理—高等学校—教材 IV. ①TP751

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 252152 号

YAGAN TUXIANG CHULI YUANLI HE FANGFA SHIXI JIAOCHENG

遥感图像处理原理和方法实习教程

胡德勇 赵文吉 邓 磊 李家存 编著

责任编辑 孙志强

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路 105 号

邮 编 100048

电 话 68418523 (总编室) 68982468 (发行部)

网 址 www.cnupn.com.cn

北京集惠印刷有限责任公司印刷

全国新华书店发行

版 次 2014 年 12 月第 1 版

印 次 2014 年 12 月第 1 次印刷

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 17.25

字 数 288 千

定 价 39.00 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换

前 言

目前国内许多高等院校的相关专业开设了遥感课程,“遥感图像处理”是其核心课程之一。该课程综合性较强,除了需要掌握遥感基础理论以外,还需要具备较好的数理基础、计算机知识等,这样才能很好地掌握遥感图像处理的理论原理和技术方法。

近年国内出版了多本“遥感图像处理”教材,但大多将其视为“数字图像处理”的延续,将传统的数字图像处理思维延伸于遥感图像处理,疏于针对遥感成像机制及其图像物理特性等方面的介绍,对遥感图像的“定量分析和定量处理”内容涉猎颇少。从顺应遥感学科发展趋势出发,迫切需要更新遥感图像处理课程体系。在该目标指引下,我们组织相关人员编写了《遥感图像处理原理和方法》,作为高等学校遥感相关本科、研究生专业的教材。

《遥感图像处理原理和方法》将遥感数字图像处理的基础理论和处理方法融为一体,着重介绍了遥感图像处理中的“辐射处理”、“几何处理”等内容,然后介绍了“增强处理”、“信息提取”等内容。全书共分为8章,包括《遥感数字图像的基本概念》、《遥感图像的辐射校正》、《热红外遥感图像温度反演》、《遥感数字图像的几何纠正》、《遥感数字图像增强》、《遥感图像融合》、《遥感图像计算机分类》、《遥感图像变化检测》。

读者阅读《遥感图像处理原理和方法》能够对遥感数字图像处理的基本原理有清晰的了解,并能够学习常见的处理方法。为了使读者更好地掌握遥感图像处理,并熟悉遥感图像处理的操作流程,提升动手操作的实践能力,我们针对《遥感图像处理原理和方法》编写了本实习教程。

《遥感图像处理原理和方法实习教程》和《遥感图像处理原理和方法》在章节内容上一一对应,以当前流行的遥感软件 ERDAS 为例,以“Step By Step”的方式介绍了遥感图像处理的23个操作实例。每个实例按照“原理和方法简介”、“实习目的”、“实习内容”和“实习步骤”等内容编排,便于读者配套《遥感图像处理原理和方法》使用。本书所用实习数据、软件工具等,

请联系 deyonghu@cnu.edu.cn。

全书由首都师范大学胡德勇、赵文吉、邓磊、李家存编著，研究生乔琨、季国华等也参与了收集资料、整理文稿和绘制插图等工作。本书是各位成员在遥感图像处理方面教学和实践经历的结晶，汇聚了大家共同的成果。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥，恳请读者批评指正。

编著者

2013年12月

目 录

第 1 章 遥感数字图像基础 / 1

§ 1.1 利用 ERDAS 读取数值文件和 Landsat TM 数据产品/ 1

1.1.1 原理和方法简介/ 1

1.1.2 实习目的/ 2

1.1.3 实习内容/ 2

1.1.4 实习步骤/ 4

§ 1.2 编写程序代码读取遥感数据并显示图像/ 20

1.2.1 原理和方法简介/ 20

1.2.2 实习目的/ 22

1.2.3 实习内容/ 22

1.2.4 实习步骤/ 23

第 2 章 遥感数字图像的辐射校正 / 39

§ 2.1 转换 Landsat TM 遥感图像 DN 值为 TOA 光谱辐射亮度和表 观反射率/ 39

2.1.1 原理和方法简介/ 39

2.1.2 实习目的/ 39

2.1.3 实习内容/ 39

2.1.4 实习步骤/ 42

§ 2.2 6S 大气校正/ 48

2.2.1 原理和方法简介/ 48

2.2.2 实习目的/ 49

2.2.3 实习内容/ 49

2.2.4 实习步骤/ 50

§ 2.3 ATCOR 大气校正/ 59

2.3.1	原理和方法简介/	59
2.3.2	实习目的/	60
2.3.3	实习内容/	60
2.3.4	实习步骤/	60
§ 2.4	MODTRAN 大气校正/	67
2.4.1	原理和方法简介/	67
2.4.2	实习目的/	67
2.4.3	实习内容/	67
2.4.4	实习步骤/	68
第3章 热红外遥感图像地表温度反演 / 80		
§ 3.1	利用 Landsat TM 第6波段数据反演地表温度/	80
3.1.1	原理和方法简介/	80
3.1.2	实习目的/	82
3.1.3	实习内容/	82
3.1.4	实习步骤/	83
第4章 遥感数字图像几何校正 / 96		
§ 4.1	扫描地图的几何纠正/	96
4.1.1	原理和方法简介/	96
4.1.2	实习目的/	97
4.1.3	实习内容/	97
4.1.4	实习步骤/	98
§ 4.2	遥感图像的几何纠正(多项式模型)/	106
4.2.1	原理和方法简介/	106
4.2.2	实习目的/	107
4.2.3	实习内容/	107
4.2.4	实习步骤/	107
§ 4.3	雷达遥感图像的几何纠正(距离-多普勒模型)/	116
4.3.1	原理和方法简介/	116
4.3.2	实习目的/	117
4.3.3	实习内容/	117

4.3.4	实习步骤/	118
第5章 遥感数字图像增强 / 123		
§ 5.1	彩色增强/	123
5.1.1	原理和方法简介/	123
5.1.2	实习目的/	123
5.1.3	实习内容/	123
5.1.4	实习步骤/	125
§ 5.2	辐射增强/	130
5.2.1	原理和方法简介/	130
5.2.2	实习目的/	131
5.2.3	实习内容/	131
5.2.4	实习步骤/	132
§ 5.3	空间增强/	140
5.3.1	原理和方法简介/	140
5.3.2	实习目的/	141
5.3.3	实习内容/	141
5.3.4	实习步骤/	141
§ 5.4	光谱增强/	144
5.4.1	原理和方法简介/	144
5.4.2	实习目的/	145
5.4.3	实习内容/	145
5.4.4	实习步骤/	145
§ 5.5	遥感图像频率域增强与条带噪声去除/	150
5.5.1	原理和方法简介/	150
5.5.2	实习目的/	150
5.5.3	实习内容/	150
5.5.4	实习步骤/	150
第6章 遥感图像融合 / 157		
§ 6.1	基于 IHS 的图像融合/	157
6.1.1	原理和方法简介/	157

6.1.2	实习目的/	158
6.1.3	实习内容/	158
6.1.4	实习步骤/	159
§ 6.2	基于 PCA 的图像融合/	168
6.2.1	原理和方法简介/	168
6.2.2	实习目的/	169
6.2.3	实习内容/	169
6.2.4	实习步骤/	170
§ 6.3	基于小波变换的图像融合/	188
6.3.1	原理和方法简介/	188
6.3.2	实习目的/	189
6.3.3	实习内容/	189
6.3.4	实习步骤/	189
第 7 章	遥感图像计算机分类 /	198
§ 7.1	非监督分类/	198
7.1.1	原理和方法简介/	198
7.1.2	实习目的/	199
7.1.3	实习内容/	199
7.1.4	实习步骤/	200
§ 7.2	监督分类/	204
7.2.1	原理和方法简介/	204
7.2.2	实习目的/	205
7.2.3	实习内容/	205
7.2.4	实习步骤/	206
§ 7.3	分类结果的后处理/	231
7.3.1	原理和方法简介/	231
7.3.2	实习目的/	232
7.3.3	实习内容/	232
7.3.4	实习步骤/	232
§ 7.4	图像分类结果的精度评估/	240
7.4.1	原理和方法简介/	240

7.4.2	实习目的/	241
7.4.3	实习内容/	241
7.4.4	实习步骤/	241
第8章	遥感图像变化检测 /	249
§ 8.1	CVA 变化检测/	249
8.1.1	原理和方法简介/	249
8.1.2	实习目的/	250
8.1.3	实习内容/	250
8.1.4	实习步骤/	251

第1章 遥感数字图像基础

§ 1.1 利用 ERDAS 读取数值文件和 Landsat TM 数据产品

1.1.1 原理和方法简介

文件存储类型包括文本型(ASCII)和二进制型(Binary), 数字图像也可以采用该两种方式存储。前者是一种由若干行字符构成的计算机文件, 可以用字符处理软件打开浏览, 形式简单, 但存储效率不高; 后者存储形式复杂, 不能用字符处理软件打开, 但节省存储空间, 是数字图像的常用存储方式。

数字图像的存储方式从数据的文件内部读写格式上可分为三种方式, 即波段顺序(BSQ)、像元顺序(BIP)和行顺序(BIL)。

(1)BSQ 是按波段顺序依次排列的数据存储格式, 也就是一个波段保存后接着保存第二个波段。数据排列遵循以下规律: 第一波段位居第一, 第二波段位居第二, 第 n 波段位居第 n 位。

(2)BIP 格式中, 每个像元按波段次序交叉排序, 即先保存第一个波段的第一个像元, 之后保存第二波段的第一个像元。数据排序遵循以下规律: 第一波段第一行第一个像素位居第一, 第二波段第一行第一个像素位居第二, 第 n 波段第一行第一个像素位居第 n 位; 然后第一波段第二个像素, 位居第 $n+1$ 位, 第二波段第一行第二个像素位居第 $n+2$ 位; 其余数据排列依次类推。

(3)BIL 格式是逐行按波段次序排列, 即保存第一个波段的第一行后, 接着保存第二个波段的第一行, 依次类推。数据排列遵循以下规律: 第一波段第一行第一个像素位居第一, 第一波段第一行第二个像素位居第二, 依次类推, 第一波段第一行第 n 个像素位居第 n 位; 然后第二波段第一行第一个像素位居第 $n+1$ 位, 第二波段第一行第二个像素位居第 $n+2$ 位; 其余数据排列位置依次类推。

ERDAS IMAGINE 的数据输出/输入(Import/Export)功能允许用户输入

多种格式的数据供 IMAGINE 使用,同时可以将 IMAGINE 的文件转换成多种数据格式。

1.1.2 实习目的

掌握读取不同类型数字图像的方法,理解 BIP、BSQ、BIL 三种存储格式。

1.1.3 实习内容

1. 实习数据

(1) ASCII 格式的数据:

文件名称: ASCII_number_r9_c9.txt、ASCII_BIP_r114_c143_7bands_characters4.txt

ASCII 格式的数值(ASCII_number_r9_c9.txt)可以使用记事本手动输入,用 11~99 的数字阵列代替遥感数字图像(见图 1.1)。



图 1.1 ASCII 格式数据阵列

ASCII_BIP_r114_c143_7bands_characters4.txt 为遥感数字图像的 ASCII 格式数据文件,该数据文件包括 114(行)×143(列)×7(波段)的整型数值,数据存储格式为 BIP(见图 1.2)。

图 1.2 中,ASCII_BIP_r114_c143_7bands_characters4.txt 文件每行有 7 个数值,分别为某像元位置的第 1~第 7 波段的数值,譬如第一行:111(波段 1 数值)、55(波段 2 数值)、71(波段 3 数值)、74(波段 4 数值)、108

111	55	71	74	108	160	71
115	55	68	71	110	159	75
109	51	63	73	108	158	73
97	47	56	73	94	158	55
102	50	63	70	95	157	63
98	45	55	85	101	152	58
95	45	58	82	105	151	58
96	46	60	73	122	151	79
101	47	68	79	133	151	94
105	53	71	83	125	150	76
95	46	61	88	106	150	59
96	46	63	84	122	149	69
93	45	53	84	100	148	56
86	38	57	87	117	148	77
83	36	51	80	119	148	75
83	37	49	83	106	148	66
88	42	62	88	113	149	69
90	41	78	89	142	150	97
89	43	72	95	127	151	85
99	48	64	75	99	154	63
92	44	52	69	90	154	50
95	44	56	65	90	155	47
92	44	50	66	81	155	48
85	38	43	73	76	154	37
86	39	41	62	78	153	38
93	41	44	53	65	153	38
107	45	50	78	108	151	65
87	38	40	76	82	152	45
87	36	35	81	89	152	46
89	34	37	78	90	153	50

图 1.2 ASCII 格式遥感图像数据阵列

(波段 5 数值)、160(波段 6 数值)、71(波段 7 数值)。

另外, 遥感数字图像 ASCII_BIP_r114_c143_7bands_characters4.txt 的地图投影和地理坐标信息为:

- ①upper left X: 435574.00000000
- ②upper left Y: 4430158.00000000
- ③pixel size: 35 meters
- ④Projection: transverse mercator
- ⑤scale factor at central meridian: 1
- ⑥longitude of central meridian: 117 E degree
- ⑦False easting: 500000 meters

(2) binary 格式的遥感数据

文件名称: binary_BIP_r114_c143_7bands

该文件和 ASCII_BIP_r114_c143_7bands_characters4.txt 数据一样, 为同一遥感数字图像 binary 格式存储文件, 其地理坐标和投影信息同上。

(3) Landsat TM 遥感数据产品文件

文件名称: band1.dat、band2.dat、band3.dat、band4.dat、band5.dat、band6.dat、band7.dat、header.dat、ProductDescription.self

该数据为中科院遥感地面卫星接收站接收处理的 Landsat TM 5 数据产品, 分单个波段存储, 头文件信息可以从 header.dat 文件读取, ProductDescription.self 为数据产品描述文件。

2. 主要内容

(1) 使用 ERDAS 软件数据输出/输入(Import/Export)功能进行数据操作, 按照不同的存储格式读取文本格式的数值, 并显示为图像;

(2) 读取二进制格式的数值并显示为图像;

(3) 读取 Landsat TM 数据产品;

(4) 对遥感数据进行简单操作, 包括地理参考、投影变换等。

1.1.4 实习步骤

1.1.4.1 读取文本格式的数值并显示图像

在 ERDAS 的图标面板菜单条中单击 Main→Import/Export 命令, 打开输入/输出对话框; 或者在 ERDAS 图标面板工具条中单击 Import/Export 图标, 打开输入/输出对话框(见图 1.3)。

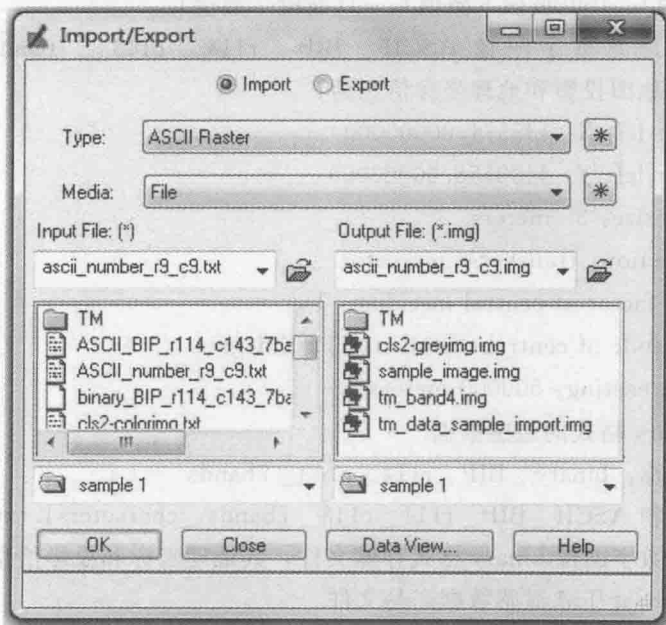


图 1.3 输入/输出对话框

- (1) 选择输入数据操作: Import;
- (2) 选择数据输入类型(Type): 文本型, ASCII Raster;
- (3) 选择输入数据介质(Media)文件: File;
- (4) 确定输入文件路径和文件名(Input File): ASCII _ number _ r9 _ c9. txt;
- (5) 确定输出文件路径和文件名(Onput File): ASCII _ number _ r9 _ c9. img;
- (6) 单击 OK;
- (7) 关闭数据输入输出对话框后, 自动弹出 Import Generic ASCII Data 对话框(见图 1.4)。

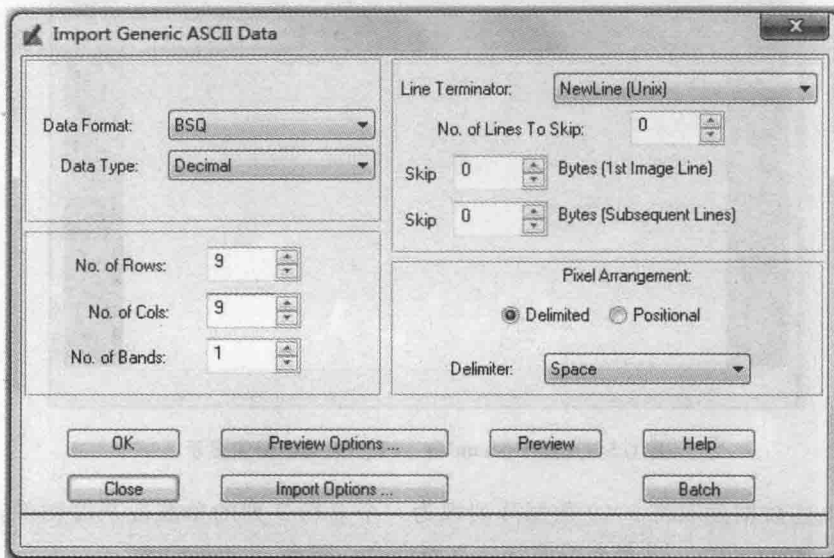


图 1.4 Import Generic ASCII Data 对话框

在 Import Generic ASCII Data 对话框中设置下列参数:

- (1) 数据格式(Data Format): BSQ;
- (2) 数据文件行数(No. of Rows): 9;
- (3) 数据文件列数(No. of Cols): 9;
- (4) 波段数目(No. of Bands): 1;
- (5) 点击 OK, 完成数据读取。

启动 Viewer, 在 Viewer 窗口中打开上述读取的图像文件 ASCII _ number _ r9 _ c9 .img, 并全视窗显示图像, 效果如图 1.5 所示。

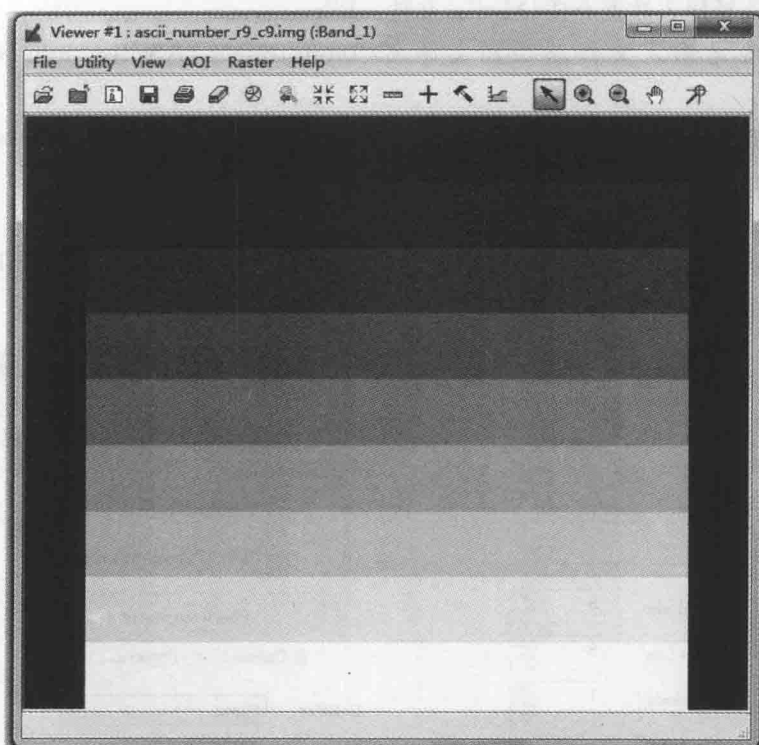


图 1.5 ASCII _ number _ r9 _ c9 .img 图像显示

上述数据读取将 9×9 数据阵列视为一个 9 行 9 列的单波段灰度图像, 其灰度值从 11~99, 表现为图像从暗逐渐变亮白颜色。

接下来, 将 9×9 数据阵列视为一个 3 行 9 列的 3 波段图像, 即有:

第 1 波段:

11 12 13 14 15 16 17 18 19

21 22 23 24 25 26 27 28 29

31 32 33 34 35 36 37 38 39

第 2 波段:

41 42 43 44 45 46 47 48 49

51 52 53 54 55 56 57 58 59

61 62 63 64 65 66 67 68 69

第3波段:

71 72 73 74 75 76 77 78 79

81 82 83 84 85 86 87 88 89

91 92 93 94 95 96 97 98 99

在读取过程中, 在 Import Generic ASCII Data 对话框中设置下列参数(见图 1.6):

- (1)数据格式(Data Format): BSQ;
- (2)数据文件行数(No. of Rows): 3;
- (3)数据文件列数(No. of Cols): 9;
- (4)波段数目(No. of Bands): 3;
- (5)点击 OK, 完成数据读取。

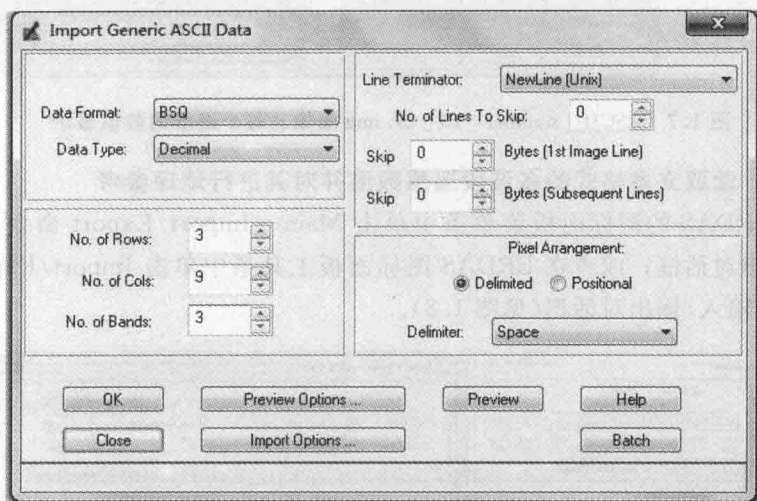


图 1.6 ASCII_number_r9_c9.img 图像显示

启动 Viewer, 在 Viewer 窗口中打开上述读取的图像文件 ASCII_number_r3_c9.img, 并全视窗显示图像。单击 Viewer 窗口菜单 Utility→Layer info... 可以打开 Layer info 窗口, 单击该窗口的 Pixel data 标签栏, 可以查看该图层的数值, 如图 1.7 所示。