

内

附

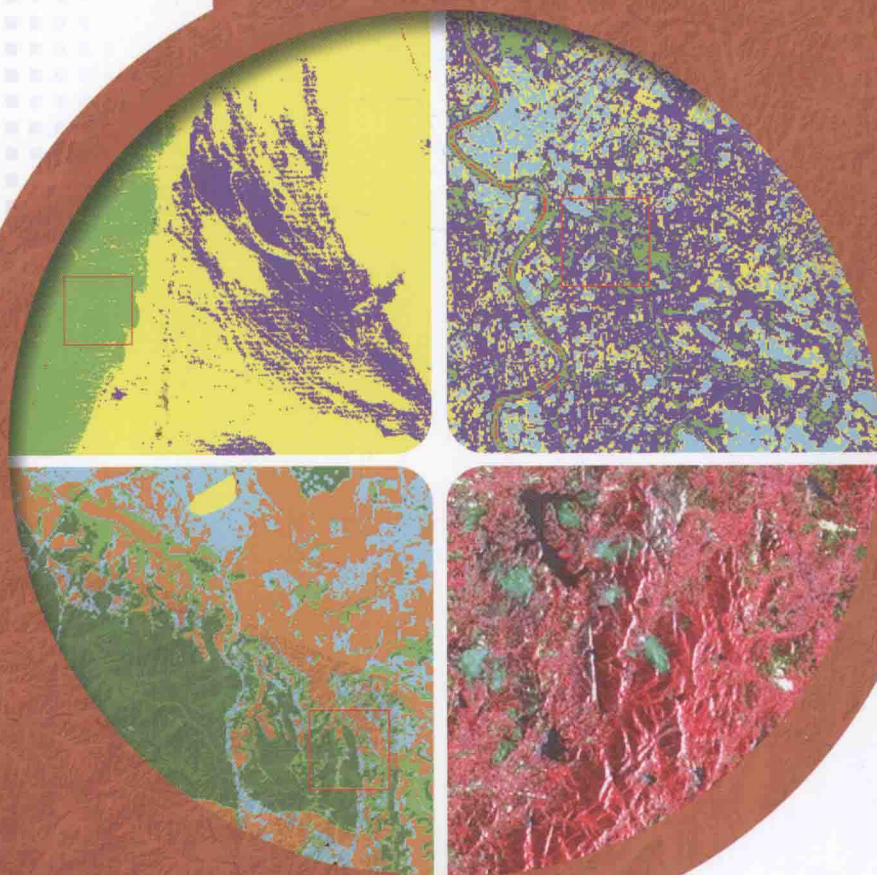
盘 光

遥感科学与技术教材

ENVI图像处理 基础实验教程

Guide to ENVI Image Processing

邓磊 付姗姗 编著



测绘出版社

遥感科学与技术教材

ENVI 图像处理基础实验教程

Guide to ENVI Image Processing

邓 磊 付姗姗 编著

测绘出版社

· 北京 ·

© 邓磊 2015

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书是一本指导读者在掌握遥感原理的基础上运用遥感软件对遥感图像进行处理的书籍,着重介绍了借助 ENVI 软件对遥感图像处理的方法。通过本书的学习,读者能够对遥感图像处理的基本原理有清晰的了解,并能够掌握遥感图像处理软件的具体操作方法,实现从学习到应用的快速转化。全书共有 18 个实验,前 16 个实验为遥感图像处理原理的基础实验,最后 2 个实验为结合实际应用的综合实验。

本书内容丰富,具有可操作性强和适用性广泛的特点,可供遥感及相关领域的高校师生和研究人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

ENVI 图像处理基础实验教程/邓磊,付姗姗编著. —北京:测绘出版社,2015.10

遥感科学与技术教材

ISBN 978-7-5030-3776-4

I. ①E… II. ①邓… ②付… III. ①遥感图像—图像处理—教材 IV. ①TP751

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 200151 号

责任编辑 吴芸 执行编辑 袁丽华 封面设计 李伟 责任校对 董玉珍 责任印制 喻迅

出版发行	测绘出版社	电 话	010-83543956(发行部)
地 址	北京市西城区三里河路 50 号		010-68531609(门市部)
邮政编码	100045		010-68531363(编辑部)
电子信箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.chinasmp.com
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司	经 销	新华书店
成品规格	184mm×260mm		
印 张	9.5	字 数	230 千字
版 次	2015 年 10 月第 1 版	印 次	2015 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000	定 价	30.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-3776-4/P·803

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

序

随着科学的发展与进步,全球化、网络化和智能化的新时代已经到来,遥感技术的应用也快速由专业化走向了产业化与社会化。半个世纪以来,遥感技术已经渗透到人们生活、工作的诸多方面,尤其是在信息服务和灾害应急等与社会民生紧密相关的领域,愈加显示出其强大的力量。遥感技术作为一门应用性很强的科学,已经在社会各个行业得到了应用,影响广泛而深远。

近年来,遥感领域飞速发展,在各方面取得了巨大的突破。遥感影像获取向着专业、及时、稳定和丰富的方向发展,高分辨率影像、多光谱影像、雷达影像以及专题影像的获取保证了影像来源的专业性与丰富性,卫星星座计划、星天地一体化获取等多源方式保证了影像来源的及时与稳定。大量的遥感影像及其产生的各种信息依托网络的发展,传播迅速、应用多元深入;信息全球共享、处理与应用社会化等新的遥感应用方式不断得到发展(如众包平台);遥感信息处理的定量化、高精度、高效率及其应用的综合化与集成化,已是大势所趋。这些遥感方面的创新与突破,使得带有地理编码的高分辨率遥感影像的应用也随之发展开来。例如,面对自然灾害,遥感技术能更高效地监测洪水、海啸及台风等;多时相的动态遥感影像数据能很好地反映土地利用状况,节省大量的人力物力;作为地理信息系统的核心数据源,遥感影像以丰富的信息,形成“谷歌地球”等产品,方便了人们生活。

在遥感应用领域迅猛拓展和快速更新的当前,现有科技进步和新的应用领域、新的目标需求等对人们处理遥感数据的能力也提出了更高的要求。高等院校“遥感科学与技术”专业的设置正是顺应了这一时代需求,它是在测绘科学、空间科学、电子科学、地球科学、计算机科学等多学科交叉渗透、相互融合的基础上发展起来的一门新兴边缘学科。目前,业界对遥感科学与技术人才的需求较大,相关人员的理论和实践能力都亟待提高。为了满足遥感学科发展的新要求,紧跟遥感技术取得的创新技术和理论成果,并指导“遥感科学与技术”专业学生理论和实践知识的学习,遥感科学与技术教学系列教材应运而生。

该系列教材既立足于遥感领域的发展现状,又紧跟遥感技术发展趋势,既注重对遥感技术基本理论的归纳,也强调实际操作技能的提高,对遥感技术方面的专业人才培养能起到较好的效果。该系列教材既包括对遥感图像处理理论与方法的解析,又涵盖针对 ENVI、ERDAS 和 eCognition 等商业软件的具体操作和应用的详细讲解,内容深入浅出,具有很强的可操作性。

该系列教材的编著者主要由长期扎根于遥感领域的中青年专家担纲。他们具有丰富的遥感科研实践经验,并承担相关课程的具体教学任务,这些工作经历都为系列教材的编纂打下了坚实基础并积累了丰富的素材。我衷心祝愿该系列教材对从事该领域科研、教学和管理的人员,以及高等学校相关专业的学生、研究生有所帮助,为国家信息化建设和国民经济的建设起到一定的推动作用。

宫辉力

2014年5月

前言

随着遥感技术的飞速发展,遥感图像在国民经济与社会发展的各个领域得到了广泛的应用,各种类型的遥感图像已经成为人们工作、生活中的重要组成部分。遥感技术的应用对遥感图像的处理水平和能力提出了更高的要求,加强遥感图像的处理与分析迫在眉睫。

尽管国内外出版了许多有关遥感图像处理的书籍,但是,到目前为止还没有一套适合我国高校课堂学习与实习的教材,尤其是与遥感课程配套的、浅显易上手的教材。本书旨在体现学科前沿和发展动向,指导高校教学,深化遥感教学。通过重点介绍 ENVI 软件处理遥感图像的方法,指导读者了解遥感图像基本原理,掌握遥感图像处理软件的具体操作方法,以实践巩固理论,培养分析问题和解决问题能力。

本书面向高校学生及与遥感领域相关的专业人员,指导思想和特点是:①注重实践能力的培养,采用实验的方式,逐步介绍操作步骤,可操作性极强;②突出高校教材编写的特点,在基础知识讲解方面进行概括、总结与提升,在保持体系完整的同时突出重点和主线;③充分吸收与借鉴国内外优秀教材和研究成果,保证教材的先进性;④面向技术前沿,突出 ENVI 软件的优势功能,将高光谱遥感分析、SARscape、IDL 等作为教材重要组成部分(用“*”标出);⑤对实验的处理过程进行详细介绍,并包含“思考与练习”,以加深读者对实验的理解;⑥对重要知识点和操作以“小提示”方式进行了说明,帮助读者更好地理解知识,更快地解决操作中的问题。

本书大纲由邓磊拟定,共有 18 个实验。前 16 个实验为遥感图像处理原理的基础实验,最后 2 个实验为结合实际应用的综合实验。各实验具体编写分工为:实验一、二、四、五、六、八、九、十三、十六、十七由付姗姗编写;实验三、七由张儒侠和郭亚会编写;实验十、十四、十八由邓磊编写;实验十五由闫亚男编写;实验十一、实验十二由邓磊和闫亚男编写;全书由邓磊和付姗姗负责统稿。

本书部分内容来源于作者主持和参加的科研项目。本书是作者在该领域教学工作的小结,汇聚了首都师范大学资源环境与旅游学院集体的智慧。感谢首都师范大学遥感科学与技术系全体教师的付出与首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室的支持。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

2015 年 3 月

目 录

ENVI 简介	1
实验一 图像显示	2
实验二 数据的输入与输出	6
实验三 波段合成与提取	11
实验四 遥感图像辐射校正	17
实验五 遥感图像几何校正	25
实验六 遥感图像彩色变换	33
实验七 遥感图像对比度增强	40
实验八 遥感图像空间增强	48
实验九 遥感图像镶嵌与裁剪	55
实验十 遥感图像融合	61
实验十一 遥感图像监督分类	68
实验十二 遥感图像非监督分类	80
实验十三 高光谱分析*	87
实验十四 雷达图像处理*	99
实验十五 IDL 语言与图像处理*	111
实验十六 动态变化检测*	116
实验十七 植被覆盖度反演	124
实验十八 面向洪水灾体信息的遥感数据融合	136
参考文献	145

ENVI 简介

由美国 ITT Visual Information Solutions 公司开发的 ENVI(the environment for visualizing images)是一款利用交互式数据语言(interactive data language,IDL)编写的,集遥感与地理信息系统为一体的专业软件。ENVI 主要包括图像数据输入与输出、图像定标、图像增强、图像校正、数据融合、图像分类,以及图像变换、信息提取、三维立体显示等功能,是一款功能完善的遥感数字处理系统。

在基本功能上,它还具有一些独有的特点,如为高光谱数据提供了一整套的处理工具;基于 IDL 开发,便于用户根据需要灵活扩展其功能,为动态图像分析提供有力支持。此外,ENVI 还包含丰富的扩展模块,如大气校正(atmospheric correction)模块、立体像对高程提取(DEM extraction)模块和高级雷达图像处理扩展(SARscape)模块等,使遥感图像处理更加专业、便捷。

ENVI 较高版本(自 ENVI 5.0 开始)采用了全新的界面,包括菜单栏、工具栏、图层管理、状态栏、工具箱几个组成部分,所有功能都可以集中到一个界面中进行操作,从整体上增强了用户体验。与此同时,也保留了 ENVI Classic 菜单和三视窗操作的经典界面,可供用户选择使用。

本书采用 ENVI 5.1 版本进行实验操作,由于全新的软件界面中没有完全包含 ENVI Classic 所有功能,如 Select GCP;Image to Image 等,因此在实验中大部分用 ENVI Classic 经典模式进行操作,但对于一些新界面中特有的功能也进行了介绍。

实验一 图像显示

一、简介

ENVI Classic 经典界面由一个主菜单构成,其显示功能通过显示(Display)窗口来实现。显示窗口是显示图像的主要窗口,主要由主图像(Image)窗口、滚动(Scroll)窗口和缩放(Zoom)窗口三部分构成。显示窗口的功能有很多,包括图像的显示、图像信息查看及注记(Annotation)等。

主图像窗口是以实际图像的分辨率显示滚动窗口中红色方框内的区域。滚动窗口显示经过重采样后的整幅图像。缩放窗口则把主图像窗口中的红方框区域放大显示。

二、实验目的

- (1)了解并熟悉 ENVI 软件中图像显示的基本操作。
- (2)掌握利用 ENVI 软件查询图像信息与注记的操作方法。

三、实验内容

首先,在 ENVI 中打开一幅多光谱图像,然后显示其彩色图像和灰度图像;查看图像信息;最后,通过显示窗口进行图像注记。

四、实验数据

路径	文件名称	格式	说明
实验 1\数据\	test1	img	TM 多光谱图像
实验 1\数据\	test1	hdr	ENVI 对应头文件

五、实验步骤

(1)在计算机桌面中选择开始→所有程序→ENVI5.1→32-bit→ENVI Classic(32-bit),启动 ENVI Classic 经典界面,显示主菜单,如图 1-1 所示。

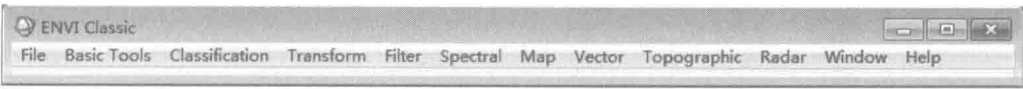


图 1-1 ENVI Classic 主菜单

(2)在 ENVI 主菜单中选择 File→Open Image File,打开 Enter Data Filenames 对话框,选择“实验 1\数据\test1.img”,如图 1-2 所示。

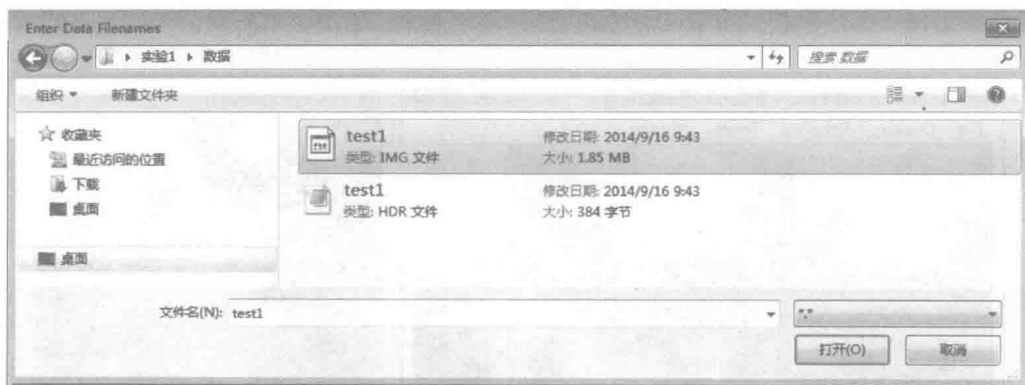


图 1-2 选择图像文件

(3) 单击图 1-2 中的【打开】按钮,弹出 Available Bands List 对话框。单击选中 RGB Color,然后依次单击列表中“test1.img”图像的 Band 4、Band 3 和 Band 2 三个波段,列表下方的 RGB 标签中分别显示“Band 4:test1.img”、“Band 3:test1.img”和“Band 2:test1.img”。设置完成后如图 1-3 所示。

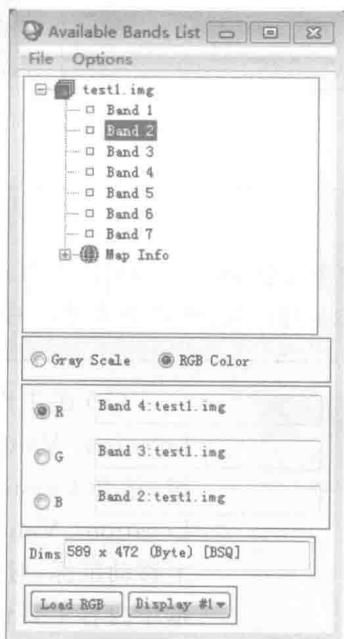


图 1-3 可用波段列表对话框

☆小提示

(1) 利用主菜单中的 Window→Available Bands List 可以直接打开可用波段列表对话框。

(2) 利用主菜单中的 Window→Start New Display Window 可以直接打开显示窗口。

(3) 可用波段列表对话框包含打开的所有图像,用于图像的显示。在 Display #1 下拉菜单中选择 New Display,可以打开一个新的显示窗口。

(4)单击图 1-3 中的【Load RGB】按钮,显示彩色图像,如图 1-4 所示。

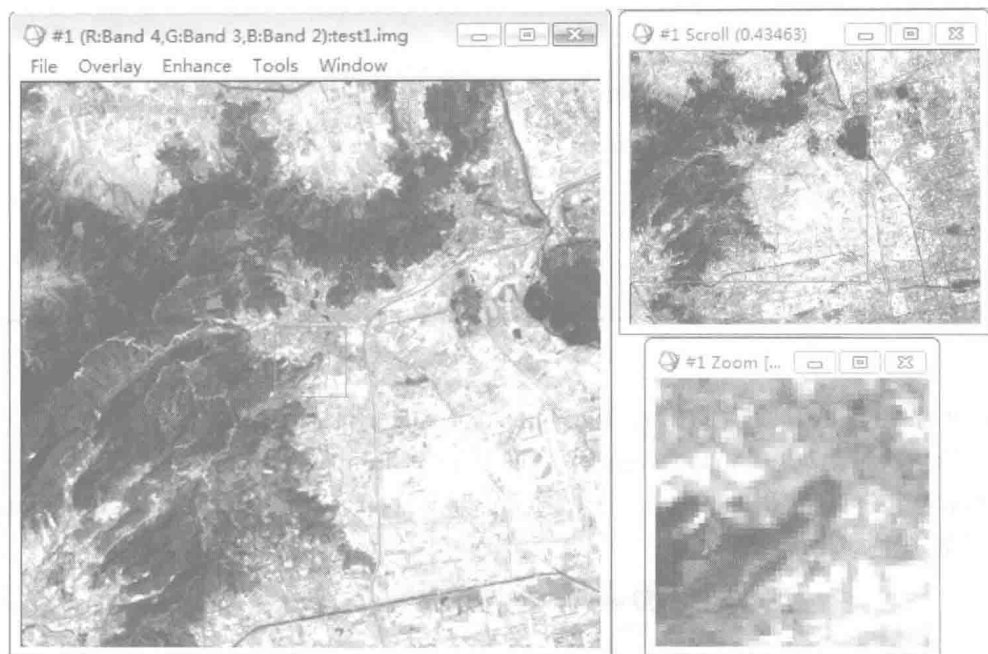


图 1-4 显示彩色图像

☆小提示

在可用波段列表对话框中单击【Gray Scale】按钮,然后单击列表中的“test1.img”图像的 Band1,然后单击【Load Band】按钮,将显示单波段 Band1 的灰度图像。

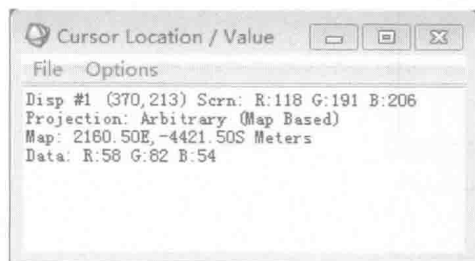


图 1-5 查询图像信息

(5)在主图像窗口中选择 Tools→Cursor Location/ Value(或者在显示窗口中单击鼠标右键,选择 Cursor Location/ Value),打开 Cursor Location/ Value 对话框,显示图像信息。在图像上移动鼠标,对话框中的信息将动态更新。对话框中内容主要包括像元坐标、投影信息、地图坐标和原始 DN 值等,如图 1-5 所示。查看完毕后关闭 Cursor Location/ Value 对话框。

(6)标记注记。在主图像窗口中选择 Overlay→Annotation...,打开 Annotation 对话框。通过选择 Object→Text 选择文本类型注记;在 Window 中选择 Scroll 在滚动窗口中标记注记;Color 颜色方框中鼠标右键单击后选择 Black;字体(Font)设为 Roman 3;大小(Size)设为 20;在文本框中输入“Beijing TM image”;其他设置保持默认。设置完成后如图 1-6 所示。

(7)在滚动窗口中单击鼠标左键确定注记摆放位置,调整好后单击鼠标右键,完成注记绘制,如图 1-7 所示。



图 1-6 笔记对话框

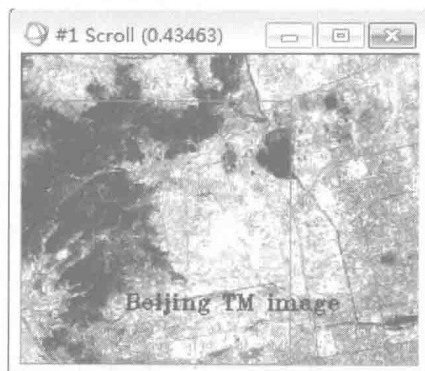


图 1-7 图像上标记笔记

六、思考与练习

- (1) 在窗口显示“test1.img”的第二波段灰度图像,并利用光标查询功能查看不同地物在第二波段图像的灰度值。
- (2) 对 TM 多光谱图像用不同的波段组合进行 RGB 彩色显示,思考波段信息与颜色之间的对应关系。

实验二 数据的输入与输出

一、简介

遥感数字图像必须以一定的格式存储才能有效地保存和利用。遥感图像成像机制不同、获取途径不同,以及遥感图像处理平台支持的格式不同决定了遥感图像存储格式的多样性。在处理时要进行图像格式之间的转换才能进行下一步的操作与利用。

ENVI 软件支持大量不同类型的航空和航天传感器的图像,包括全色、多光谱、高光谱、雷达、热红外、激光雷达等。它具有强大的输入、输出功能,可以读取超过 90 种的数据格式,包括 HDF、GeoTIFF 和 NITF 等格式。

下面以 Landsat-5 图像数据存储格式为例,说明数据存储格式的复杂性。

(1)Landsat-5 GeoTIFF 格式是在 TIFF 6.0 的基础上发展起来的,并且完全兼容 TIFF 6.0 格式。在 TIFF 图像中有关图像的信息都存放在 Tag 中,并且规定软件在读取 TIFF 格式图像时如果遇到非公开或者未定义的 Tag,一律作忽略处理,所以对于一般的图像软件来说,GeoTIFF 与一般的 TIFF 图像没有什么区别,不会影响对图像的识别。对于可以识别 GeoTIFF 格式的图像软件,可以反映出有关图像的一些地理信息。

(2)Landsat-5 EOSAT FAST FORMAT-B 格式,简称 FASTB。它包含头文件和图像文件两类,后缀均为.dat。头文件是数据的说明文件,共 1 536 字节,全部为 ASCII 码字符,包括该数据的产品标识、轨道号、获取时间、增益偏置、投影信息、图像四角点和中心地理坐标等信息。图像文件只含有图像数据,不包括任何辅助数据信息。

(3)Landsat-5 CCRS LGSOWG 格式,符合 LGSOWG 和加拿大 CCRS 的有关规范,该格式所包含的辅助数据全面,但结构比较复杂,且许多说明字段为二进制码,不易直接阅读。文件分为卷目录文件、头文件、图像文件、尾文件和卷尾标识文件五类。

二、实验目的

- (1)认识遥感图像的存储格式。
- (2)掌握 ENVI 软件不同格式数据的输入、输出方法。

三、实验内容

应用 ENVI 软件对 Landsat-5 的 Geo TIFF 格式的数据进行输入,并生成 ENVI 能够直接打开的.dat 格式图像。

四、实验数据

路径	文件名称	格式	说明
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_MTL	txt	Landsat-5 图像元数据

续表

路径	文件名称	格式	说明
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B10	tif	Landsat-5 图像第一波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B10.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B20	tif	Landsat-5 图像第二波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B20.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B30	tif	Landsat-5 图像第三波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B30.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B40	tif	Landsat-5 图像第四波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B40.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B50	tif	Landsat-5 图像第五波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B50.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B60	tif	Landsat-5 图像第六波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B60.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B70	tif	Landsat-5 图像第七波段数据
实验 2\数据\	L5123032_03220090922_B70.tif	enp	Landsat-5 图像元数据
实验 2\数据\	band1	img	ERDAS 软件数据

五、实验步骤

(1) 在 ENVI 主菜单中选择 File→Open External File→Landsat→Geo TIFF with MetaData, 打开 Enter Landsat Metadata Filenames 对话框, 选择“实验 2\数据\L5123032_03220090922_MTL.txt”, 如图 2-1 所示。



图 2-1 选择输入图像

(2) 单击图 2-1 中【打开】按钮, 弹出可用波段列表对话框。可以看到 ENVI 自动读取元数据信息, 并将数据按类型分为多光谱波段与热红外波段两类, 同时显示出图像数据所包含的地理信息, 如图 2-2 所示。

(3) 在可用波段列表对话框(图 2-2)中选中“TM Meta (Band 1) (0.4850)”, 单击【Load Band】按钮, 显示第一波段图像, 如图 2-3 所示。



图 2-2 可用波段列表对话框

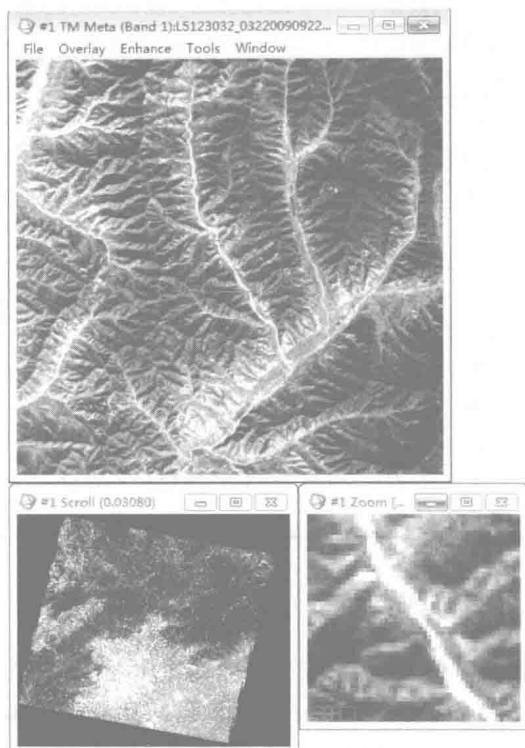


图 2-3 TM 第一波段图像

(4) 在 ENVI 主菜单中选择 File→Save File As→ENVI Standard, 弹出 New File Builder 对话框, 进行输出图像设置, 如图 2-4 所示。

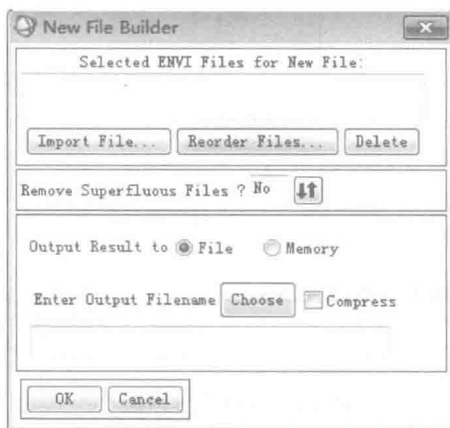


图 2-4 输出图像设置

(5) 单击图 2-4 中的【Import File...】按钮, 弹出 Create New File Input File 对话框, 选中多光谱文件“L5123032_03220090922_MTL.txt”(有六个波段的文件), 如图 2-5 所示。

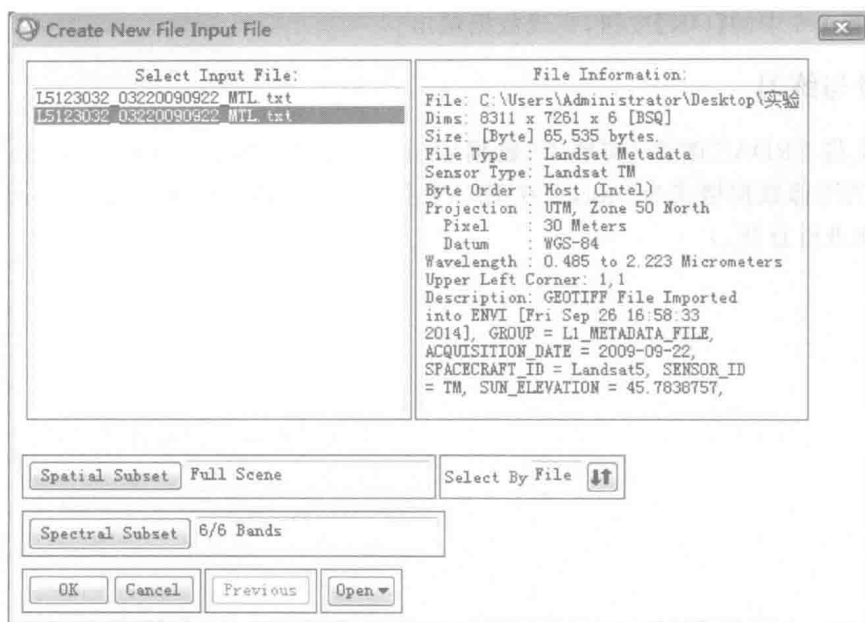


图 2-5 选择输出图像

☆小提示

(1)通过【Spatial Subset】按钮,可以实现对图像的输出生成范围进行裁剪,包括按照样本行列数、图像交互、地理坐标、其他文件、关注区(region of interest, ROI)或矢量等方式。

(2)通过【Spectral Subset】按钮,可以实现对图像输出波段的选择,可以选择需要的波段进行输出。

(6)单击图 2-5 中的【OK】按钮,完成输出波段选择并返回到 New File Builder 对话框。在 Enter Output Filename 中设置输出文件的路径和文件名为“实验 2\结果\landsat5.dat”。设置完成后如图 2-6 所示。



图 2-6 设置输出图像的保存路径

(7)单击图 2-6 中的【OK】按钮,完成数据输出。

六、思考与练习

用 ENVI 将 ERDAS 图像“实验 2\数据\band1.img”转换为 JPEG2000 格式。(提示: ERDAS 软件的图像数据格式为 .img,可在 ENVI 主菜单中选择 File→Open External File→IP Software 选项进行查找。)

实验三 波段合成与提取

一、简介

多光谱遥感图像是由若干波段组合而成的图像。多光谱图像中不同的波段包含不同的地物光谱信息。由于在电脑屏幕上显示彩色图像时,一般只能显示 3 个波段的信息,因此波段的选择十分重要,它决定了彩色图像显示地物信息的丰富程度或某一方面信息的突出性。实际应用中,适当的波段组合能够使目标特征更加突出,对遥感图像解译具有重要意义。波段合成是根据加色法彩色合成原理,对遥感图像的某三个波段分别赋予红色(red)、绿色(green)和蓝色(blue),得到彩色合成图像。根据不同的实际应用需要,选择不同的波段显示会达到良好的目视效果,利于进行进一步的图像处理工作。

波段提取指从多光谱图像中提取出所需要的波段进行应用,这样可以减少数据量,节省存储空间和图像处理时间。

二、实验目的

- (1)了解遥感图像波段合成的原理及意义。
- (2)掌握将多个单波段图像合成一个多光谱图像的方法。
- (3)掌握从多光谱图像中提取一个单波段图像的方法。

三、实验内容

在 ENVI 中将多个单波段图像合成一个具有多个波段的多光谱图像,进行彩色显示,再从多光谱图像中提取两个波段,得到一个具有两个波段的多光谱图像的数据。

四、实验数据

路径	文件名称	格式	说明
实验 3\数据\	band1	img	北京 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band1	hdr	ENVI 对应头文件
实验 3\数据\	band2	img	北京 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band2	hdr	ENVI 对应头文件
实验 3\数据\	band3	img	北京 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band3	hdr	ENVI 对应头文件
实验 3\数据\	band4	img	北京 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band4	hdr	ENVI 对应头文件
实验 3\数据\	band5	img	北京 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band5	hdr	ENVI 对应头文件
实验 3\数据\	band6	img	北京 TM 单波段图像