

第1章 导 论

本章主要内容:

- 遥感数字图像处理与分析
- ENVI 5.x 概述

1.1 遥感数字图像处理与分析

1.1.1 基本概念

遥感是指应用现代技术和先进的工具,不与目标物体相接触,而从远距离接收目标物体的电磁波谱信息,并对所搜集的信息进行加工、传输、处理、存储,最后对其进行分析与解译的一门新兴的综合性科学技术^[1]。

遥感数字图像处理是遥感技术的核心内容之一。遥感数字图像是以数字形式记录的二维遥感信息,即其内容是通过遥感手段获得的,通常是地物不同波段的电磁波谱信息,其中的像素值称为亮度值(或称为灰度值、DN值)。

遥感数字图像处理是指利用计算机对遥感数字图像进行一系列操作,从而获得某种预期结果的技术^[2]。

1.1.2 遥感数字图像处理的主要内容

遥感影像数字图像处理的内容主要有:

- (1) 图像恢复。即校正成像、记录、传输或回放过程中引入的数据错误、噪声与畸变,包括辐射校正、几何校正等。
- (2) 数据压缩。采用栅格数据编码、分形等技术减少冗余数据,以提升传输、存储和处理数据的效率。
- (3) 影像增强。针对性地突出影像的某些特征,同时抑制或去除某些不需要的信息,以提高影像中某些地物的可识别性。常用的方法包括空间域增强、频率域增强、彩色增强、信息融合、K-L增强、K-T增强及比值运算等。
- (4) 图像分割。把图像分成若干特定的、具有独特性质的区域,并提取感兴趣目标的技术和过

程。图像分割是深入进行图像识别、分析和理解的基础。常见的方法包括基于阈值的分割方法、基于区域的分割方法、基于边缘的分割方法和基于特定理论的分割方法等。

- (5) 变化检测。根据不同时间的多次观测来确定某个地物的状态变化或确定某现象的变化过程。根据遥感图像分析和变化信息获取的不同层次，将变化检测方法分为基于像素级的变化检测、基于特征级的变化检测和基于目标级的变化检测三类。
- (6) 图像分类。图像经过某些预处理（复原、增强等）后，对图像进行分割和特征提取，从而实现地物类别的分类。常见的方法有非监督分类、监督分类、模糊分类、人工神经网络分类和决策树分类等。

1.1.3 遥感图像理解与分析

图像理解就是对图像的语义理解，它是以图像为对象，以知识为核心，利用计算机系统研究图像中有什么目标、目标之间的相互关系、图像是什么场景及如何应用场景的一门学科^[3]。图像理解所讨论的问题是为了完成某一任务，需要从图像中获取哪些信息，以及如何利用这些信息获得必要的解释^[4]。

王润生^[5]、章毓晋^[6]和孙显^[7]等均对图像处理、图像分析及图像理解的层次模型进行了论述，三者的抽象程度和数据量成反比，如图 1.1 所示。

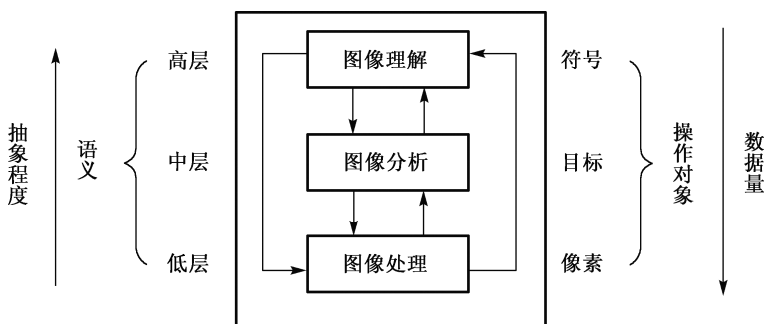


图 1.1 图像处理、分析和理解的层次模型（孙显，2011）

其中，图像处理是低层操作，数据量大，抽象程度低，主要针对图像像素进行处理，强调图像的变换及其之间的相互转换；图像分析是中层操作，数据量减小，抽象度提高，主要针对图像中感兴趣的目标信息，通过检测来实现图像分割和特征提取，并用简洁的数据形式来描述图像；图像理解是高层操作，数据量小，抽象程度高，主要针对由描述抽象出来的符号进行运算，进而研究图像中各目标的性质及其之间的相互联系，用以理解图像的内容。

遥感图像理解是图像理解的范畴，是图像理解理论的一个重要分支。其研究内容主要涉及三个方面，即对场景中的感兴趣地物目标进行检测识别，对整个场景进行描述和解译，对图像及目标空间语义进行分析和计算。

遥感图像理解的研究方法包括遥感图像特征信息的表达与提取及遥感分析模型的构建。信息的

表达与提取研究如何选取典型的影像特征和目标描述因子,遥感分析模型研究基于统计分析等专题分析下的符合实际需求的目标识别、分类模型。

1.1.4 遥感数字图像处理技术与发展

依靠专家进行人工目视解译和分析的方法虽然简单方便,但存在工作效率低、人为影响等因素。遥感数字图像处理技术的出现,从根本上改变了传统遥感图像的处理与识别方式,为遥感技术系统的完善,实现对地物高效、快速识别及多源信息的数字化融合处理创造了良好的条件(汤国安,2004)。

目前,遥感数字图像处理技术主要是基于像素级别的光谱、纹理和上下文环境等特征设计的处理算法。这些算法针对中低分辨率影像一定程度上能解决目标信息的识别和提取,具有较高的精度,但针对高分辨率影像往往精度不够,难以提取图像中的细节信息。因此,近年来基于对象(基元)的图像分析技术逐渐被大家所关注和研究。该方法以含有更多语义信息的多个相邻像素组成的对象为处理单元,根据目标信息分类或提取的要求,检测目标地物的多种图像特征(如光谱、纹理、形状、大小、阴影和空间位置等)(孙显,2011),从而达到对遥感图像进行分类或目标信息提取的目的。

总之,遥感图像处理技术在向高速、高分辨率、立体化和智能化的方向发展。

1.2 ENVI 5.x 概述

ENVI 是一个完整的遥感图像处理平台^[8],包含齐全的遥感影像处理功能:常规处理、几何校正、辐射定标、多光谱分析、高光谱分析、雷达分析、地形地貌分析、矢量应用、神经网络分析、区域分析、GPS 连接、正射影像图生成、三维图像生成、可供二次开发调用的函数库、制图、数据输入/输出等功能。

ENVI 5.0 采用了全新的软件界面,界面有菜单项、工具栏、图层管理、工具箱、状态栏几个组成部分,所有操作都在一个窗口下。

ENVI 5.4 延续了 ENVI 5.0 和 5.2 的界面风格,同时保留了 ENVI Classic 的三窗口操作界面,新增或改进了很多功能,让使用者操作更便捷,个性化更强。

1.2.1 ENVI 软件特点

ENVI 具有以下特点:

- (1) 简单易用。具有灵活、友好的界面,简单易学,便于操作和使用。
- (2) 性能可靠。将主流的图像处理过程集成到流程化(Workflow)图像处理工具中,提高了图像处理的效率;具有先进、可靠的影像分析工具,尤其具有突出的专业光谱分析能力。
- (3) 易于拓展。底层 IDL 语言可以帮助用户轻松地添加、扩展 ENVI 的功能,甚至开发/定制自己的专业遥感平台。
- (4) 与 ArcGIS 的“无缝融合”。为遥感与 GIS 一体化集成提供了最佳的解决方案。

1.2.2 ENVI 5.x 新增功能

ENVI 5.1、ENVI 5.2 在 ENVI 5.0 基础上的新增功能^[9]如下。

1. 支持更多的传感器和文件格式

- (1) 支持新传感器数据，包括 IRSResourceSat-2、NigeriaSat-1/2、GeoEye-1 数据的.til 文件，SSOT (FASat-Charlie)、KOMPSAT-3、RASAT&Göktürk-2、RapidEyeLevel-3B、NPPVIIRS 等传感器数据。
- (2) 新增了对 GIF、ECRG、SICD 和 HDF5 等数据格式的支持，提供通用的 HDF5 数据的浏览工具，可以从.h5 的不同数据集中新建一个栅格数据。
- (3) 64 位的 ENVI 5.4 直接支持 JPIP 和 IAS 流。
- (4) 全面支持 Landsat 8 数据，如 Landsat 8 Surface Reflectance 数据和_MTL.txt 元数据文件的读取、太阳高度角的自动校正及 Landsat 8 OLI 的大气校正等功能。

2. 改进了光谱曲线显示工具

采用全新的光谱曲线显示工具，可浏览波谱库数据并绘制新的波谱曲线图，内置植被指数图例。支持属性的修改，支持多个显示窗口的拖放，可显示 X、Y、Z 和任意方向的剖面图。

3. 增加了无缝镶嵌工具

新增了流程化的图像镶嵌工具，在一个流程化的界面中集成了所有功能。新增功能如下。

- (1) 控制图层的叠放顺序。
- (2) 设置忽略值，显示或隐藏图层或轮廓线，重新计算有效的轮廓线，选择重采样方法和输出范围，可指定输出波段和背景值。
- (3) 可进行颜色校正、羽化/调和。
- (4) 提供高级的自动生成接边线功能，也可手动编辑接边线。
- (5) 提供镶嵌结果的预览。

4. 强化了 ROI 工具

强化后的感兴趣区 (ROI) 工具包含所有经典 ROI 工具的功能，可定义各种形状和类型的感兴趣区，亦可根据矢量某一属性的条件建立 ROI。同时，感兴趣区文件带有坐标，可用于任何与之有地理重叠的栅格数据，支持坐标自动重投影。

5. 强化了个性化特征

强化了个性化特征，如快捷键的增加、工程化的管理、缩放速度的控制、光标所在像素值及坐标的显示、在图层管理器中对数据重命名等。同时，支持多视窗之间的数据层的拖放，以及从数据管理器到多视窗的数据拖放，并增强了矢量数据的显示性能。

6. 新增了自带数据

- (1) 自带最新的波谱库数据，新增超过 6500 个新的波谱，更新了 ASTER 波谱库和 USGS 波谱库。这些数据的存放位置是“...ProgramFiles\Exelis\ENVI54\data\”，它们的坐标系都是 GCS_WGS_1984。

(2) 提供全球自然地理栅格、矢量数据集，可直接使用。包括 GMTED 2010 全球 DEM (30 角秒空间分辨率)、全球自然地形渲染图、全球小比例尺 Shapefile 矢量数据。

7. 提高了数据处理效率

采用高速缓存技术极大地提高了处理效率。如改进的正射校正工具，使处理效率提高了 25 倍，自带 GMTED2010DEM 数据用于正射校正，可以自定义输出像元的大小，GLT 校正加入了蝴蝶结效应的校正，对 MODIS 做几何定位处理时可校正双眼皮效应。

8. 改进了高光谱物质识别工具

改进后的高光谱物质识别工具新增了 ACE 光谱匹配算法，可基于贝叶斯统计计算概率得分来解释识别的结果。

9. 拓展了 API 功能

拓展后的 API 功能包括感兴趣区 (ROI)、事件模型 (鼠标事件)、坐标转换库、数据采集、定义&查询 GCPs、RPC 正射校正、辐射定标、无缝镶嵌及蝴蝶结效应校正的选项等，同时新增了批处理程序。

ENVI 5.4 在 ENVI 5.1、ENVI 5.2 的基础上，增加了一些新的功能^[10]，具体如下。

1. 传感器和数据支持

支持新传感器数据，包括 ADS80 Level-2 产品、Landsat 8 Surface Reflectance、PlanetScope 数据、Sentinel-2 Level-2A、Amazon Web Services 分发的文件、哨兵-3 海洋和陆地彩色仪 (OLCI) 及海陆地表温度辐射计 (SLSTR) 数据、UrtheCast Theia 等传感器数据。

2. 显示工具

设置 ENVI 格式影像的默认拉伸时，可指定最小/最大值。若未指定，则使用图像直方图中的 2% 和 98% 为最小值/最大值。此功能原本只应用于线性拉伸，现在同样适用于平方根、高斯、均衡化和对数等拉伸方法。

3. 图像处理

- (1) 支持 ArcGIS[®] 10.4 和 10.5。
- (2) ADS80 影像可与 ENVI 摄影测量扩展模块一起使用。
- (3) Generate Point Clouds and DSM by Dense Image Matching 工具新增两个参数：
 - Terrain Type: 选择输入影像大部分为平坦或多山地形。
 - Refine Point Clouds: 若设置为“是”，输出点云将具有平滑的高度值，但不包含任何强度或颜色信息。
- (4) 掩膜更新。Apply Mask 工具从 ENVI 工具箱中移除，可用 File Selection 对话框中的 Mask 按钮选择待掩膜影像。Build Mask 工具重命名为 Build Raster Mask。

4. 二次开发

- (1) ENVI API 编程指南新增了关于如何使用 ENVI API 创建“a task of tasks”的示例。
- (2) ENVI 函数接口新增了 API_VERSION 属性。
- (3) 新增了对象、ENVITasks 和参数类。