

eCognition

数字图像处理方法



刘家福 刘吉平 姜海玲 编著



科学出版社

eCognition 理方法

刘家福 刘吉平 姜海玲 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

随着空间科学技术的发展,遥感数字图像处理显得越来越重要,其处理技术正在向处理算法更优化、处理速度更快、处理后图像更清晰的方向发展。本书是作者系统总结已有遥感(RS)基本理论、实践与成果,特别是总结了作者近年来从事有关RS科研与教学经验的基础上编写完成的。

本书从实用性出发,理论联系实际,旨在培养学生的实践操作能力。全书共10章,内容包括eCognition软件介绍、快速制图模式、规则集模式、面向对象的分割与分类理论、批处理和分类结果精度评价,同时结合具体实例介绍了eCognition软件在水体信息提取、植被信息提取、土地利用类型分类和变化检测方面的应用。本书内容力求通俗易懂,简明扼要,突出重点,并附有大量相关的操作界面插图。

本书既可作为高等院校地理信息科学、地理科学专业本科生教材,也可供eCognition爱好者和希望了解eCognition软件应用的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

eCognition 数字图像处理方法/刘家福,刘吉平,姜海玲编著. —北京:科学出版社,2017

ISBN 978-7-03-053626-6

I. ①e… II. ①刘… ②刘… ③姜… III. ①遥感图像—影像处理软件 IV. ①TP751.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第132597号

责任编辑:杨红 程雷星/责任校对:何艳萍

责任印制:吴兆东/封面设计:迷底书装

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>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年8月第一次印刷 印张:10 1/2

字数:259 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着空间信息科学的发展,各种信息技术推陈出新,信息化、智能化已深入经济发展与社会生活的各个方面,城市发展与人类物质生活水平进入了一个新的高度。同时,一系列城市发展问题与自然环境问题更加突出,这增大了对地理信息与数据处理能力的需求。另外,测绘技术、遥感技术与计算机技术的飞速发展,为高效的信息处理系统提供了更好的条件,遥感数字图像处理技术正在向处理算法更优化、处理速度更快、处理后图像更清晰的方向发展。

目前大部分遥感影像分类和信息提取的方法主要是基于像素的,利用统计与人工解译相结合的方法,这种方法不仅精度低、效率低、劳动强度大,且过分依赖人工解译分析,并在很大程度上不具备重复性,严重制约了影像信息深入、直接、高效率、多元化应用,不足以满足多元化的社会需要与高校信息技术课堂教学需求。

eCognition 是由德国 Definiens Imaging 公司在 2009 年推出的智能化影像分析软件,2010 年被美国 Trimble 公司收购。eCognition 是目前所有商用遥感软件中第一个基于目标信息的遥感信息提取软件,它采用决策专家系统支持的模糊分类算法,突破了传统商业遥感软件单纯基于光谱信息进行影像分类的局限性,提出了革命性的分类技术——面向对象的影像分析技术,大大提高了高空间分辨率数据的自动识别精度,有效地满足了科研和工程应用的需求。以单个像素为单位的常规信息提取技术过于着眼于局部而忽略附近整片图斑的几何结构情况,从而严重制约了信息提取的精度,而面向对象的影像分析技术,针对的是影像分割对象而不是传统意义上的像素,充分利用了影像的光谱、形状、纹理、上下文、空间关系等特征。此外,eCognition 提供了一个理想的遥感与地理信息系统(GIS)集成的平台,GIS 数据可以作为分类的基础图像来使用,也可以将它作为专题层加入,且在影像分析过程中可以生成有意义的多边形,有利于与 GIS 的配合使用。eCognition 软件的出现,极大地推动了针对高空间分辨率遥感影像的面向对象分类方法,准确来讲是面向地理对象的影像分析技术(geographic object-based image analysis technique)的普及和应用。

作为一款较好的智能化影像分析软件,eCognition 基于 Windows 操作系统,界面友好简单,支持 LiDAR 等多源影像数据,可提供各种图像信息深入分析、快速提取和最佳解决方案服务,与其他遥感、地理信息软件互操作性强,广泛应用于自然资源和环境调查、农业、林业、国防、土地利用规划、管线管理、城市规划、自然灾害监测、海岸带和海洋制图、地矿制图等方面。然而,目前还没有该软件的正规中文教材,因此作者组织了一批具有多年空间信息技术教学经验的高校教师,联合部分信息技术公司,共同编写了此应用教材。

全书系统地介绍了 eCognition 的基本理论和使用方法,并结合美国 Trimble 公司和北京全景天地公司的技术支持文档和作者长期的教学、科研成果,进一步阐述了

eCognition 的应用思路。本书在编写过程中,面向大学本科教学,力求内容具体、由浅入深、循序渐进,理论与应用并重,适合不同水平阶段的读者学习。书中结合作者实际项目实施经验,讲解时穿插大量实用技巧和实例,帮助读者全方位掌握学习内容。全书共分为10章,第1章介绍了 eCognition 的产品分类和基本特点;第2章介绍了 eCognition 两个模式中的快速制图模式;第3章介绍了 eCognition 的最为重要的模式——规则集模式;第4章介绍了面向对象的分割与分类理论;第5章介绍了 eCognition 的批处理过程;第6章介绍了 eCognition 分类结果精度评价;第7章以水体信息提取为例介绍了软件具体操作;第8章则讲解了 eCognition 的植被信息的提取;第9章介绍了土地利用类型分类;第10章介绍 eCognition 对研究对象发生变化的检测过程。

本书是作者在多年从事遥感技术与应用、地理信息系统教学与科研的基础上编写的,是吉林师范大学旅游与地理科学学院多年教学与科研工作的汇总。编写分工如下:第1章由徐艳艳编写;第2章由刘家福编写;第3章由刘伟杰编写;第4章由姜海玲、刘家福编写;第5、第6章由韩程编写;第7章由刘晓静、陈鹏合作完成;第8章由姜海玲完成;第9章由刘家福、刘晓静完成;第10章由刘家福完成。此外,美国 Trimble 公司和北京全景天地公司为本书编写提供了大量的材料和数据,在此表示衷心的感谢!

限于学识水平,书中不足之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

作 者

2017年5月

目 录

前言

第 1 章 eCognition 软件介绍	1
1.1 eCognition 软件概述	1
1.1.1 eCognition 系列产品	1
1.1.2 eCognition 软件特点	3
1.2 术语介绍	9
1.2.1 影像层	9
1.2.2 影像数据集	9
1.2.3 影像对象、层次结构、域	10
1.2.4 场景、地图、工程、工作区	11
1.3 软件界面介绍	11
1.3.1 规则集开发视图	11
1.3.2 常用工具栏	12
1.3.3 其他常用工具	13
1.4 eCognition 图像分析基本流程	15
1.4.1 传统的基于像元分类方法的基本流程	16
1.4.2 eCognition 图像分析基本流程	16
第 2 章 快速制图模式	18
2.1 快速制图模式介绍	18
2.2 具体工作流程	18
2.2.1 采用新数据	18
2.2.2 在已有的工程上进行操作	19
2.3 软件桌面结构 GUI	19
2.3.1 创建解决方案	19
2.3.2 分析设置的加载和保存	19
2.4 分割操作方法	20
2.4.1 四叉树分割	20
2.4.2 多尺度分割	21
2.4.3 合并对象功能	22
2.5 分类功能	23
2.5.1 最优 Box 分类	23
2.5.2 亮度阈值分类方法	24
2.5.3 最近邻域法分类	25

2.5.4 杂波去除分类方法	26
2.6 输出数据	27
2.6.1 导出 (点)	27
2.6.2 导出 (多边形)	28
第 3 章 规则集模式	29
3.1 规则集模式视图	29
3.2 创建与编辑进程	30
3.3 添加一个进程	31
3.3.1 选择与配置影像作用域	31
3.3.2 添加算法	33
3.3.3 循环与周期	34
3.3.4 有关进程的相关操作	34
3.4 对象层与分割	35
3.4.1 关于层次结构的影像对象层	35
3.4.2 创建一个影像对象层	35
3.4.3 分割算法创建对象层	36
3.4.4 编辑一个影像对象层或层变量	36
3.4.5 删除一个影像对象层	37
3.5 获取影像对象的信息	37
3.5.1 影像对象信息窗口	37
3.5.2 特征视图窗口	38
3.5.3 创建一个新特征	40
3.5.4 编辑特征距离	42
3.5.5 使用影像对象表来比较对象	42
3.5.6 利用二维特征空间图比较特征	43
3.5.7 元数据与特征的利用	44
第 4 章 面向对象的分割与分类理论	47
4.1 面向对象的遥感图像分类技术	47
4.1.1 基于像素的传统图像分析	47
4.1.2 面向对象的图像分类	48
4.2 创建影像对象的分割算法	49
4.2.1 自上而下的分割	49
4.2.2 自下而上的分割	52
4.2.3 重塑算法分割	55
4.3 分类算法	56
4.3.1 阈值分类算法	56
4.3.2 模糊分类算法	57
4.3.3 分类器分类算法	60

第 5 章 批处理	63
5.1 自定义导入工程	63
5.1.1 打开批处理界面	63
5.1.2 创建工作空间	64
5.1.3 自定义导入数据	65
5.2 批处理设置	68
5.2.1 开启本地服务器	68
5.2.2 执行规则集	69
5.2.3 查看执行结果	70
第 6 章 分类结果精度评价	71
6.1 创建工程	72
6.1.1 打开影像	72
6.1.2 打开矢量文件	73
6.1.3 编辑图层名称	73
6.1.4 影像显示效果	75
6.1.5 查看矢量文件	76
6.1.6 查看属性表	76
6.2 结合矢量分割	78
6.2.1 创建进程目录	78
6.2.2 添加棋盘分割进程	79
6.2.3 查看分割结果	79
6.3 验证点转化为样本	80
6.3.1 创建目录进程	80
6.3.2 添加分类进程	81
6.3.3 查看分类结果	82
6.3.4 分类结果转为样本	83
6.3.5 还原样本的分类结果	84
6.3.6 还原影像的分类结果	85
6.4 精度评价	86
6.4.1 精度评估方法	87
6.4.2 基于 TTA 掩膜的误差矩阵评价方法参数介绍	88
第 7 章 水体信息提取	90
7.1 水体信息提取原理	90
7.2 提取水体方法	91
7.3 水体提取操作	92
7.3.1 创建工程	92
7.3.2 影像分割	93
7.3.3 区分水体与非水体	95

第 8 章 植被信息的提取	105
8.1 植被信息提取的意义	105
8.2 阈值分类方法提取植被	105
8.2.1 影像加载及分割	105
8.2.2 分类类别的建立	107
8.2.3 创建运算特征 NDVI	107
8.2.4 根据需求调整阈值	109
8.2.5 对影像进行分类	110
8.3 隶属度函数方法提取植被	111
8.3.1 影像加载及分割	112
8.3.2 创建运算特征 NDVI	114
8.3.3 调节模糊范围	115
8.3.4 分类类别的建立	116
8.3.5 对影像进行分类	118
第 9 章 土地利用类型分类	119
9.1 土地利用类型分类的意义	119
9.2 土地利用类型的最邻近域分类	119
9.2.1 影像加载及分割	119
9.2.2 分类类别的建立	122
9.2.3 插入分类器	122
9.2.4 定义样本对象	123
9.2.5 对图像进行分类	125
9.2.6 精度评价	126
9.3 土地利用类型的 CART 分类器分类	127
9.3.1 矢量样本文件的创建	127
9.3.2 影像加载及分割	127
9.3.3 矢量点文件转化为样本	131
9.3.4 使用 CART 分类器分类	131
9.3.5 分类过程导出	135
9.3.6 分类误差的产生及消除	136
第 10 章 eCognition 变化检测	137
10.1 变化检测概述	137
10.2 eCognition 变化检测方法	138
10.2.1 变化检测的技术路线	138
10.2.2 变化检测的实现方法	138
10.2.3 变化检测精度评价	141
10.3 变化检测操作实例	144
10.3.1 导入影像	144

10.3.2 复制地图	145
10.3.3 影像分类	146
10.3.4 同步地图	147
10.3.5 变化检测	150
主要参考文献	153

第 1 章 eCognition 软件介绍

1.1 eCognition 软件概述

eCognition 是由德国 Definiens Imaging 公司开发的智能化影像分析软件，是目前所有商用遥感软件中第一个基于目标信息的遥感信息提取软件。eCognition 软件基于 Windows 操作系统开发，界面友好简单，与其他遥感、地理信息软件互操作性强。它采用决策专家系统支持的模糊分类算法进行影像分类，突破了传统商业遥感软件单纯基于光谱信息进行影像分类的局限性。

eCognition 软件是基于对象的影像分析软件，充分利用了对象信息（色调、形状、纹理、层次）和类间信息（与邻近对象、子对象、父对象的相关特征），从而大大提高了高空间分辨率数据的自动识别精度，有效地满足了科研和工程应用的需求，被广泛应用于农业、林业、国防、土地利用、管线管理、城市规划、自然灾害监测、海岸带和海洋制图、自然资源和环境调查等方面。

eCognition 的核心分割算法是分形网络演化方法（fractal net evolution approach, FNEA），该算法是目前被广泛应用的一种多尺度分割算法，也是目前流行的面向对象影像分析技术的基础与核心内容，这种分割方法是由 M. Baatz 和 A. Schape 于 2000 年首先提出的。FNEA 算法利用模糊子集理论提取感兴趣的影像对象，在感兴趣的尺度范围内，影像的大尺度对象与小尺度对象同时存在，从而形成一个多尺度影像对象层次等级网络。其基本思想是基于像素从下向上的区域增长的分割算法，遵循异质性最小的原则，把光谱信息相似的邻近像元合并为一个同质的影像对象，分割后属于同一对象的所有像元都赋予同一含义。影像分割过程中对影像对象的空间特征、光谱特征和形状特征同时进行操作，因此生成的影像对象不仅包括了光谱同质性，还包括了空间特征与形状特征的同质性。

1.1.1 eCognition 系列产品

eCognition 软件提供了三种不同的组件，分别是 eCognition Developer、eCognition Architect 和 eCognition Server，它们可以单独或互相结合解决影像分析任务。

1. eCognition Developer

eCognition Developer 是一种强大的面向对象的影像分析开发环境，用来在地球科学领域开发规则集（或为 eCognition Architect 开发应用程序），以做到遥感数据的自动分析。

eCognition Developer 可以应用到所有常用的遥感任务中，如植被制图、特征提取、变化监测和对象识别等。面向对象的方式有助于所有常用数据源的分析，如高空间分辨率的卫星数据、超高分辨率的航空影像、雷达和高光谱数据。eCognition Developer 快速制图模式和规则集模式界面如图 1.1 和图 1.2 所示。

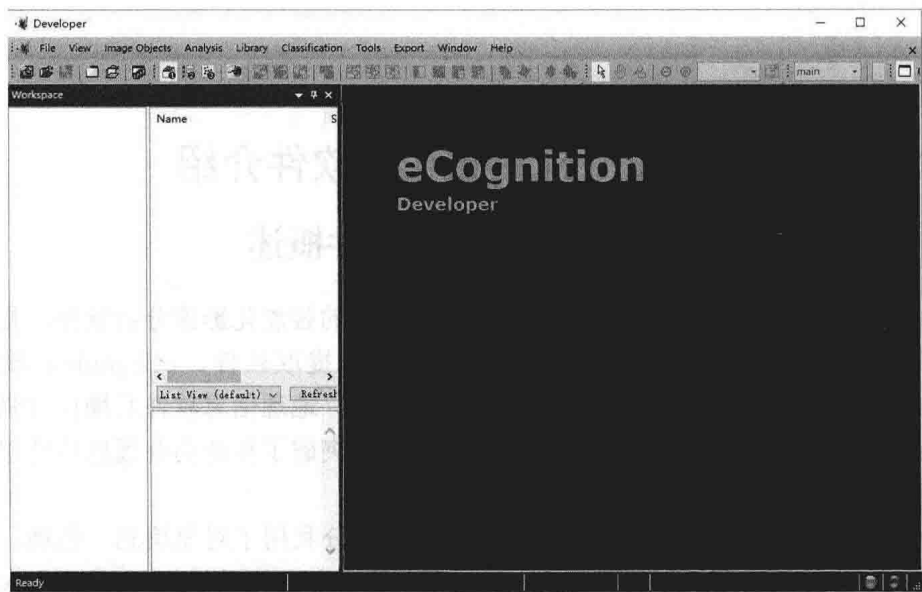


图 1.1 eCognition Developer 快速制图模式

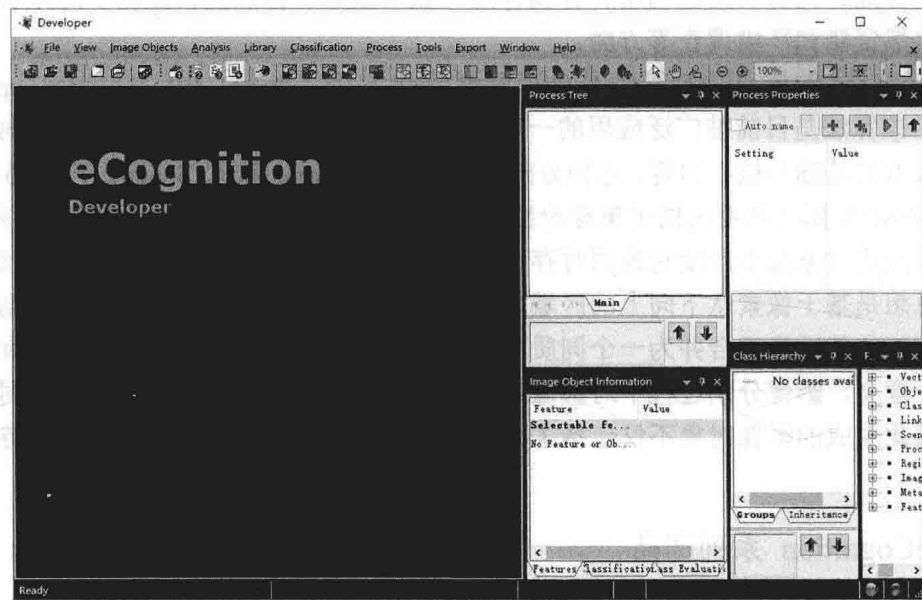


图 1.2 eCognition Developer 规则集模式

2. eCognition Architect

eCognition Architect——非专业用户信息提取的强大工具，能够让植被制图专家、城市规划师或林业工作者等非专业技术人员轻松利用 Definiens 公司的技术和产品。eCognition Architect 是一个综合的工具集，它支持交互编辑和质量评价工作流程，用户可以很方便地对 eCognition Developer 中创建的工作流程进行配置、校准和执行图像分析。

3. eCognition Server

eCognition Server 是一个软件组件，提供了图像分析工作的批处理执行环境。

eCognition Developer 或 eCognition Architect 用户向 eCognition Server 提交一个包含多种工程的工作空间，在批处理模式下，eCognition Server 可以自动处理大量的影像，并在单一的、全自动运行的环境中进行详细的分析。

在三种不同组件的实际应用中，eCognition Developer 用于试验研究，构建分类规则集；利用 eCognition Architect 和 eCognition Server 进行二次开发、校正和调用执行构建好的规则集，以及对遥感影像进行批处理。

1.1.2 eCognition 软件特点

1. 简单易用，服务于更广泛的用户类型

eCognition 以面向对象的操作概念和引导式的流程控制方式，使用户摆脱了影像处理的技术细节。这种向导式的一键操作，可以使用户顺利使用软件中的相关功能，达到影像处理过程（尤其是土地覆盖分类）自动化、智能化的目的，从而在影像中提取可供 GIS 软件直接使用的空间地理信息，为地图制图、土地覆盖监测等相关应用提供了便利。

2. 优良的影像分析工具和算法集合

针对图像分析的不同方面，Definiens Developer 提供了一个全面的算法集合。用户能从各种分割算法中进行选择，如多分辨率分割、四叉树分割和棋盘分割。分类算法的范围包括基于采样的最邻近法、模糊逻辑隶属函数、上下文驱动分析。层操作算法允许应用面对像元的过滤器，如坡度、坡向、边缘提取或用户自定义的层计数。eCognition Developer 算法集合和算法简介如图 1.3 和表 1.1 所示。

- Process related operation
- Segmentation
- Basic Classification
- Advanced Classification
- Variables operation
- Basic Object Reshaping
- Advanced Object Reshaping
- Pixel Based Reshaping
- Linking operations
- Level operations
- Map operations
- Image layer operation
- Thematic layer operation
- Workspace automation
- Interactive operations
- Parameter set operations
- Sample operation
- Export
- Image Registration
- Text Operations
- Point Cloud

图 1.3 eCognition Developer 算法集合

表 1.1 eCognition Developer 算法简介

Process related operation 进程的相关操作	execute child processes	执行子进程
	execute child as series	执行子系列
	if	条件语句 if
	then	条件语句 then
	else	条件语句 else
	throw	抛出异常语句 throw
	catch	抛出异常语句 catch
	set rule set options	设置规则集选项
Segmentation 分割	chessboard segmentation	棋盘分割
	quadtree based segmentation	基于四叉树的分割
	contrast split segmentation	对比分割
	multiresolution segmentation	多尺度分割
	spectral difference segmentation	光谱差异分割
	multi-threshold segmentation	多阈值分割
	contrast filler segmentation	填充对比分割
Basic Classification 基本分类	assign class	指定类
	classification	分类
	hierarchical classification	层次分类
	remove classification	删除分类
Advanced Classification 高级分类	find domain extrema	查找域极值
	find local extrema	查找局部极值
	find enclosed by class	查找封闭类
	find enclosed by image object	查找封闭对象
	connector	连接器
	assign class by slice overlap (Prototype)	按切片重叠分类（原型）
	optimal box (Prototype)	最优框（原型）
	classifier	分类器
Variables operation 变量操作	timer	定时器
	calculate random number	计算随机数
	update variable	更新变量
	remove object variable data	移除对象变量数据
	compute statistical value	计算统计值
	compose text	文本编辑
	update region	更新区域
	update array	更新阵列
	update image object list	更新图像对象列表
	update feature list	更新功能列表
	automatic threshold	自动阈值
	show open parameter set dialog	显示打开参数集对话框

续表

Basic Object Reshaping 基本对象修正	remove objects	删除对象
	merge region	合并区域
	grow region	生长区域
	convert to sub-objects	转换为子对象
	convert image objects	转换图像对象
	cut objects at region	区域切割对象
Advanced Object Reshaping 高级对象修正	shape split (prototype)	形状分割 (原型)
	multiresolution segmentation region grow	多尺度分割区域生长
	image object fusion	图像融合
	border optimization	边界优化
	morphology	形态学
	watershed transformation	分水岭变换
Pixel Based Reshaping 基于像素修正	pixel-based object resizing	基于像素对象调整
	pixel based density filler	基于像素密度填料
	pixel based shape processing filters	基于像素的形状处理过滤器
Linking operations 连接操作	create links	创建链接
	delete links	删除链接
Level operations 级别操作	copy image object level	复制图像对象级别
	delete image object level	删除图像对象级别
	rename image object level	重命名图像对象级别
Map operations 地图操作	copy map	复制地图
	delete map	删除地图
	synchronize map	同步地图
	3D/4D settings	3 D / 4 D 设置
	scene properties	场景属性
	rename map	重命名地图
	transfer layer	转移层
Image layer operation 影像层操作	distance map	地图距离
	create temporary image layer	创建临时图像层
	delete layer	删除图层
	cluster analysis	聚类分析
	convolution filler	卷积填充
	layer normalization	层标准化
	median filler	中值填充
	sobel operator filler	索贝尔算子填充
	pixel freq filler	像素频率填充
	pixel min/max filler (prototype)	像素最小/最大填充 (原型)
	edge extraction lee sigma	lee sigma 边缘提取
	edge extraction canny	canny 边缘提取

续表

Image layer operation 影像层操作	edge 3D filler	3D 边缘填充
	surface calculation	表面计算
	layer arithmetics	层算法
	line extraction	线提取
	abs. mean deviation filter (prototype)	abs.平均偏差滤波器(原型)
	contrast filler (prototype)	对比填充(原型)
	pixel filters sliding window	像素过滤滑动窗口
	fill pixel values	像素值填充
Template matching 模板匹配	thematic layer operation	主题层操作
	create temporary thematic vector layer	创建临时专题矢量层
	assign class by thematic layer	通过专题层分配类
	synchronize image object hierarchy	同步图像对象层次结构
	read thematic attribute	阅读专题属性
	write thematic attributes	写入主题属性
	modify thematic attribute column	修改主题属性列
	convert image objects to vector objects	图像对象转换为矢量对象
	vector boolean operation	矢量布尔运算
	vector smoothing	矢量平滑
	vector simplification	矢量简化
	vector orthogonalization	矢量正交化
	vector integration	矢量一体化
	vector remove intersections	矢量消除一体化
Workspace automation 工作自动化	create scene copy	创建场景复制
	create scene subset	创建场景的子集
	create scene tiles	创建场景瓦
	submit scenes for analysis	提交场景进行分析
	delete scenes	删除场景
	read subscene statistics	子场景统计
Interactive operations 交互操作	show user warning	显示用户报警
	set active pixel	设置有源像素
	create/modify project	创建/修改项目
	manual classification	手工分类
	send windows command	发送窗口命令
	configure object table	配置对象表
	select input mode	选择输入模式
	start thematic edit mode	启动主题编辑模式
	select thematic objects	选择主题对象

续表

Interactive operations 交互操作	finish thematic edit mode	完成主题编辑模式
	polygon cut	多边形的裁剪
	select image object	选择图像对象
	save/restore view settings	保存/恢复视图设置
	create or end wait cursor	创建或结束等待光标
	set class visible stale	设置类可见性
	display map	显示地图
	define view layout	定义视图的布局
	set custom view settings	设置自定义视图设置
	change visible map	改变可见地图
	change visible layers	改变可见层
	show scene	现实场景
	ask question	提问
	set project stale	设置项目过期
	save/restore project stale	保存/恢复项目过期
	show html help	显示 HTML 帮助
	reset workspace	复位工作区
	configure image equalization	配置图像均衡化
	show/hide class	显示/隐藏类
	display features in image object information	在图像对象信息中显示特征
Parameter set operations 参数设置操作	update results panel	更新结果面板
	create/update class	创建/更新类
	apply parameter set	应用参数设置
	update parameter set	更新参数设置
	load parameter set	负荷参数设置
	save parameter set	保存参数设置
	delete parameter set file	删除参数设置文件
	update action from parameter set	从参数集更新动作
	update parameter set from	更新参数集
	action actions to array	数组的动作
Sample operation 样本操作	apply active	应用活性
	action to variables	行动变量
	classified image objects to samples	将图像对象分类为样本
	cleanup redundant samples	清理冗余样品
	nearest neighbour configuration	最近邻配置
	delete all samples	删除所有的样品
	delete samples of classes	删除类的样本
	disconnect all samples	断开所有的样品
	sample selection	样本选择