

基于 PRS 的遥感图像地物信息提取模型

高芳琴¹, 孙建中²

(1. 华东师范大学城市环境过程研究室, 上海 200062; 2. 上海城市发展信息研究中心, 上海 200032)

摘要: 点源理论(PRS)是一种面向应用需求的集中信息处理方式。不同尺度、不同分辨率的点都是一定的综合信息场,是客观世界的真实反映。本文在数字图像处理过程中引入点源理论,探讨针对地物空间信息应用服务的遥感信息分析和处理模型,讨论基于点源的图像构造、知识构造及地物模型建造过程,给出基于点源的遥感图像地物提取流程。

关键词: 点源理论; 遥感; 地物提取

中图分类号: TP 75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2004)03-0018-05

0 引言

随着空间遥感技术、计算机技术和模式识别技术的发展,遥感信息用途不断拓展,已逐渐成为 GIS 系统重要的数据源。然而,在实际的 GIS 建立过程中,遥感信息的快速处理和分析仍然是主要瓶颈。点源理论^[1](PRS, Point Resource System, 孙建中, 2001)提出了一种灵活的、面向应用需求的集中信息处理方式。这种处理方法相当于将一个移动靶在整个遥感数据平台上移动,当移至所需处理范围时,就集中进行快速处理,提取出简单有效的结果供使用,之后继续移动,寻找下一个目标进行处理。

点源理论给遥感图像处理提供了一种分析方法,通过在图像上选定感兴趣区域,很大程度上缩小了图像处理范围,减少了干扰信息,提高了图像可解译能力。

1 点源理论

在人们认识世界过程中,不同学科对“点”有着不同的认识,例如,物理学中的点通常指能量的作用场所;化学中的点是指物质转化的分界;而几何学则认为点是没有大小的位置等等。今天,随着计算机、信息化及网络时代的到来,人们观察和认知世界的方式发生了全新的变化,认为肉眼观察到的一切物体和获取的各种信息均由点构成,而这些点是有

大小尺度变化的。也就是说,点是一定范围真实地物信息的反映,随着点尺度的不同,其信息资源综合的程度就会不同。为此,我们称其为点源(Point Resource)^[2]或点源理论。显而易见,点源随着范围扩大,可以由点到圆,由圆到球,即从原先零维的点扩展到一维的点、二维的面和三维的球。

用点源理论研究问题时,不难想象从外星球看地球,地球只是一个很小的点,“数字地球”则是对一个点的数字化。但随着研究比例尺的扩大,地球上的每个国家都可看作点源,再继续扩大,一个国家中的每个省也可成为点源,以此类推,点源可小至几种地物的综合,甚至只是某种单一的研究对象。每个点源的范围及范围内需提取的目标信息是由应用需求决定的。在目前的实际应用中,单纯用计算机从遥感图像中自动提取目标信息还远远没有达到理想的程度,虽然有些方法称在某些情况下能达到 80%~95% 的识别率。按照(Sahar L, Krupnik A, 1999)的说法^[3],这样一个“黑箱”提取系统对实际应用来说没有多大意义,因为哪怕是 5% 的错误率,检查和编辑的工作量将使得效率的提高变得微不足道。因此,有必要进行信息处理和点源相关边界的合理确定,使遥感应用效率真正得到提高。

2 基于点源理论的地物信息提取模型

2.1 图像点源构造

在目前技术条件下,遥感图像处理系统仍然离

不开人的干预。PRS 充分调动人的因素,将人对世界的认识变成一个知识库,作为确定点源位置和半径的依据,从而使其逐渐成为一种快速有效的信息自动提取工具。

在图像处理过程中,如何从海量的遥感数据中快速定位到目标区域,并选择符合应用需求的数据,是遥感图像解译的首要步骤。采用基于点源的图像构造可以在信息提取前圈定待处理范围,减少数据定位和搜索时间,加快信息处理的速度和精度。这是因为,在构造点源图像时,已充分利用了人的智能,使处理的对象不再是一堆不同分辨率、不同时相的海量遥感数据,而是基于处理请求的点源图像。

构造点源图像的一个更为积极的办法就是建立遥感数据的元数据库,将人对图像的认知用元数据进行描述。元数据库建立后,在构造点源图像时,遥感元数据的搜索过程要远比其它方式的数据定位简单、快速和准确。参照国家基础地理信息系统(NF-GIS)元数据标准草案(初稿)^[4],一个可以用于点源图像构造的简单遥感元数据,除了必须包含 8 个不重复使用的主要子集外,其数据集范围需扩充如下:

- 地理坐标东、南、西、北部边界坐标;
- 地理区域地理区域名称、区域参考资料;
- 时间范围数据采集时间、时间精度、时间跨度;
- 数据质量分辨率、投影、校正方法及参数、数据存储方式。

实际上,目前还很难用一个标准的元数据模型来准确定义请求范围。元数据内容将会随着请求的不同以及专家对遥感数据认知的深化而逐渐完善起来。

与传统的遥感图像处理方法相比,基于点源图

像构造的遥感信息提取方法优点在于:

- (1)数据快速过滤。根据需求将不符合条件的数据略过,加入预先条件,使处理范围逐渐缩小;
- (2)信息提取干扰噪声减少。通过锁定目标区域,可以减少很多在光谱、几何及结构特征上类似的噪声;
- (3)处理前的数据综合。根据处理目标选取合适分辨率的图像,或者将多源图像融合后再进行处理;
- (4)人机协同性。充分利用人的智能与知识库元数据,两者相互补充,快速定位目标区。

2.2 基于点源的知识描述与表达

在遥感图像处理中,对于知识的描述不仅包括对处理区的各种相关信息的认知,还包括对各种已有识别方法的了解。

2.2.1 对处理区相关信息的认知

遥感数据记录了地物的电磁波谱特征,虽然熟知各种地物波谱特性的专家可以凭借经验准确判读图像,但收集和学习处理区的各种已有调查资料,如地形图、专题图及相关文献等仍然是十分重要的。这些已有的信息和专家的认知可以通过点源重新构造,并与处理区关联,存放在知识数据库中。

2.2.2 对已有识别方法的了解

从遥感图像模式识别中发展起来的统计模式识别、结构模式识别、模糊模式识别和智能模式识别等信息分类技术在遥感图像处理中获得了广泛应用。这些方法提取地物的通用算法主要分为自上而下的地物识别和自下而上的地物检测^[5]两大类(表 1)。

表 1 地物遥感识别过程及主要识别方法比较

识别过程	识别方法	优点及适用范围	缺 点	实 例
自上而下的地物识别	统计模式	适用于综合图像分类,经常作为分类的初步提取	分类精度不高,需要人工选择样本或者利用已经建好的光谱库	最大似然法、最小距离法、聚类法、决策树法、贝叶斯分析等
	结构模式	适用于复杂地物,如机场、桥梁、公园等	适用范围小,应用前提条件为结构组成要素的识别	直线基元法、符号表示法等
	模糊模式	多种判别参数给不同权重综合判别,或判读过渡性类别	判读仍然依赖于其它识别方法	权重判别法等
	智能模式	特征提取+知识表达+控制识别过程,较强的适应能力和智能程度	步骤难以实现,专家知识难以用一定模式描述,系统复杂	专家系统、人工神经网络、遗传算法、逻辑推理法等
自下而上的地物检测	种子点搜索	适用于一些特殊地物检测,对地物的光谱特征与几何特征能很好适应	需给定种子点,或者依据地物特征搜索种子点,难以大面积批量使用	亮度梯度方向剖面分析(GD-PA),snake 生长算法等
	模板匹配检测	通过比较图像与建立的地物图像模型识别地物目标,适用于复杂地物检测	不能单独使用,而是作为自上而下分类提取的补充	常用于人工建筑等复杂地物提取

此外,还有大量针对专题要素的提取算法。例如,提取绿化数据的植被指数法,提取道路、河流等

线状要素的形状指数法,以及分割图像后的图形分析处理法等。

基于点源的知识描述具有更加灵活的结构控制,通过多知识的点源综合,可以灵活地集成自上而下的地物提取和自下而上的地物检测过程。

2.3 基于点源的地物对象模型构造

在点源理论中,所有的处理对象都被看作为具有综合信息场的点源,所以,在建立地物对象模型时,既要考虑单个点的简单属性,也要分析其综合信息场特性。基于点源的地物对象模型构造是一个面向对象的模型建立过程,对象是指抽象类所代表的地物实体,是对提取要素的信息描述,也是对分析目标的确定和锁定。遥感图像中主要地物的点源模型模拟了实际地物的位置、形状、光谱及地物存在相互关系特征。建立后的点源模型具有多尺度、自相似及动态多变的特点。多尺度性是指地物点源是不同比例尺、不同分辨率图像中的特征信息点。点源的中心是地物的空间位置,即可以是图像的直接坐标,也可以是定位后图像在某一特定坐标系中的相对坐标。点源的半径会随着图像分辨率、比例尺、投影及变形等因素而变化。

多尺度空间中的点源还具有自相似性,即不同分辨率的点源有很多公共特征是相同或者相似的,因此建立的点源模型适用于各种比例尺和分辨率的遥感图像。当然,随着图像采集时间的不同,点源特征也会发生一定的变化,因此建立的点源模型必须是动态多变的,会随着数据源的不同和信息需求不

同发生改变。模型发生改变时既可以依赖人对图像和地物变化的理解,也可以建立一个完整的点源模型,使模型本身具有自组织性,自我调节和补充。

目前,地物要素模型的描述主要包括产生图像的纹理信息、边缘检测、图斑的形状指数计算、监督分类及图斑综合。

(1) 纹理信息。用户可以参考图像分辨率来设置纹理计算时使用的窗口(即算法滤波器)大小。纹理可以用两种方式来表示,一是计算窗口内所有像元的标准偏差;二是产生灰度共生矩阵,并在此基础上进行一系列统计分析,如纹理二阶矩(W_m)、对比度(W_c)、均匀性(W_h)、能量(E)及熵(W_E)等。

(2) 边缘检测。根据像元的纹理值设置阈值,大于边界阈值的像元即为边缘像元。

(3) 形状指数计算。形状指数 F (Form factor) 是指对图像进行图斑化(相邻的同类像元组成一个图斑)后,图斑面积与周长的比值。即

$$F = \text{area}^{1/2} / \text{perimeter} \tag{1}$$

(4) 监督分类。包括最小距离分类和最大似然分类。

(5) 图斑综合。图斑综合采用上下文填补法,即统计某一类型图斑之间的空隙面积及空隙周围窗口中该类型占整个窗口的比例,如果面积小于阈值且该类型的比例大于 75%,则将空隙填补成该类型。计算公式为

$$\text{new_valuel} = \text{between} \left\{ \sum_{i=1}^9 [\text{valuel}_i - (\sum_{j=1}^9 \text{valuel}_j) / 9], 0, 255 \right\} \tag{2}$$

式中, $\text{between}(x, n1, n2)$ 为对 x 进行值范围确定,当小于 $n1$ 时取值为 $n1$,大于 $n2$ 时取值为 $n2$ 。

为了能从遥感图像上提取不同类型的地物信息,除了开发各种专题信息提取模型外,还需要有一些基本的图像操作和处理模块,以满足图像文件的操作,包括图像文件的打开、保存和另存,图像文件的基本信息显示,图像的放大、缩小、漫游,按实际像元显示及按某一显示比例显示等。

在样本选择时,如果所选像元在选择的点源内,则该像元即作为样本像元,在事先定义好的类型列右边点

表框中选择样本类型,如果没有相应类型,可以增加新类;如果选择的像元用于人机交互操作,则可以设置选择像元的类型(如增加、删除或修改),可以保存、载入和修改像元的选择。样本选择有点选、线选和多边形选择 3 种方式:

① 点选择。以鼠标点击位置为中心,用户设置宽为正方形边长的一半。

② 线选择。以鼠标点击轨迹为中心,向外作缓冲,缓冲宽度为用户设置值。缓冲区算法为自首点开始按顺时针方向计算缓冲区边界点,即

$$\begin{aligned} R1.x &= k1 \cdot m0.x - k2 \cdot m1.x + m1.y - m0.y - rr \cdot \text{sign}2 \cdot \\ &\quad (k2 \cdot k2 + 1)^{1/2} + rr \cdot \text{sign}1 \cdot (k1 \cdot k1 + 1)^{1/2} / (k1 - k2) \\ R1.y &= k2 \cdot (R1.x - m1.x) + m1.y - rr \cdot \text{sign}2 \cdot (k2 \cdot k2 + 1)^{1/2} \end{aligned} \tag{3}$$

左边点

$$\begin{aligned} L1.x &= k1 \cdot m0.x - k2 \cdot m1.x + m1.y - m0.y + rr \cdot sign2 \cdot \\ &\quad (k2 \cdot k2 + 1)^{1/2} - rr \cdot sign1 \cdot (k1 \cdot k1 + 1)^{1/2} / (k1 - k2) \\ L1.y &= k2 \cdot (L1.x - m1.x) + m1.y + rr \cdot sign2 \cdot (k2 \cdot k2 + 1)^{1/2} \end{aligned} \tag{4}$$

式中, $m0$ 、 $m1$ 和 $m2$ 依次为鼠标点击轨迹中心点坐标; x 与 y 表示中心点的 x 、 y 坐标; $k1 = (m1.y - m0.y) / (m1.x - m0.x)$, $k2 = (m2.y - m1.y) / (m2.x - m1.x)$; $sign1 = (m1.x > m0.x ? 1; -1)$, 表示 $m1.x$ 大于 $m0.x$ 时, $sign1$ 取值为 1, 否则取 -1; $sign2 = (m2.x > m1.x ? 1; -1)$, 含义同上; rr 为缓冲区半径。

③多边形选择。直接记录鼠标轨迹即可。
依靠这些实用的点源图像处理工具, 实现了城市中主要地物按需要的分析和提取。

3 基于点源的遥感图像处理流程

遥感图像处理是图像的综合理解过程, 不仅包括图像的预处理、历史信息采集及数据的提取分析, 还包括提取结果的综合和转换。显然, 点源理论应用于图像处理全过程, 与一般的图像识别相比, 它更强调识别前的数据处理和识别后的信息综合。因此, 结合点源理论后的遥感图像处理非常适用于城市空间信息网格中的快速数据处理和快速传输的要求。

基于点源的图像处理流程如图 1 所示。

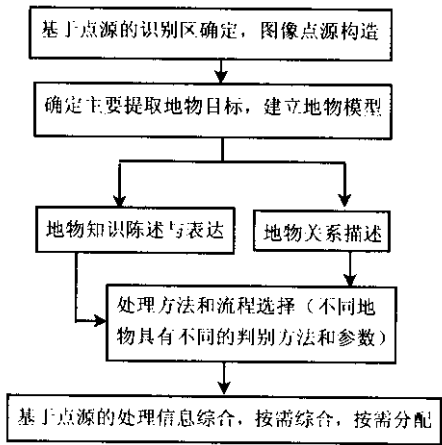


图 1 基于点源的遥感图像处理流程

以城市绿化覆盖情况调查为例, 首先, 在图像构造时依据已有的遥感元数据, 根据坐标范围、时段、地理区域名称等搜索定位到可用数据源, 并选取可用数据源中质量较高的数据集, 通过点源重新构造

图像, 作为信息提取的处理范围; 然后, 确定需要提取的地物目标——绿化信息(若已存在点源模型, 直接到下一步, 否则根据地物特征建立点源模型); 随后, 综合绿化要素提取的各种方法, 根据光谱信息采用统计模式识别, 也可以根据纹理等结构信息采用结构模式识别, 或者根据各种植被指数进行信息提取; 最后, 统计绿化面积, 在目标区相关知识中查找绿化占地面积, 计算出绿化覆盖率。

4 讨论

基于点源理论的遥感图像地物信息提取模型不仅在图像处理上大大缩小了数据处理量, 而且在很大程度上综合了目标区的先验知识与识别方法。点源理论为解决海量信息的处理和传输问题, 充分吸收专家的思想和工作经验, 以面向地物对象和事务管理的方法建立了地物信息提取模型, 在庞大的地理信息数据库中按点源构造的规则快速挖掘有用信息, 为实现快速查找、目标锁定和按需综合提供了一种新的理论方法。

参考文献

[1] SUN Jianzhong, CHEN Aili. Point Resource System in Digital City GIS[A]. International Conference On Info-net and Info-tech Proceedings[C]. People's Posts & Telecommunication Publishing House, Conference A:a-08, 2001.

[2] 孙建中. 遥感技术为西部经济搭建空间信息基础平台服务和应用[J]. 煤航技术研究, 2001, 12(4): 34-37.

[3] Laiora S, Amnon K. Semiautomatic extraction of building outlines from large-scale aerial images[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1992, 65(4): 459-465.

[4] 国家基础地理信息系统元数据标准草案[EB/OL]. <http://nfgis.nsd.gov.cn/nfgisnew/chinese/bz/mt0.htm>.

[5] Takashi Matsuyama. Knowledge-Based Aerial Image Understanding Systems and Expert Systems for Image Processing[J]. Transaction on GeoScience and Remote Sensing 1987, (3): Ge-25.

PRS-BASED INFORMATION EXTRACTION OF OBJECTS IN REMOTE SENSING IMAGE

GAO Fan-qin¹, SUN Jian-zhong,²

(1. GIS Lab of East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Shanghai city development information and research center, Shanghai 200032, China)

Abstract: The point resource system is a new needs—oriented method for information processing. In PRS, points can have different scales and resolutions, which is a reflection of the real world based on the synthesized description of the object. With this useful tool, we can process large quantities of remote sensing data more quickly and accurately. The performance of the point resource system in image processing is described. To meet the demand of information extraction in the spatial information grid, a model is built which includes image point modeling, knowledge point modeling and object point modeling. A full procedure of objects extraction with PRS is shown in this paper.

Key words: Point resource system; Remote sensing; Objects extraction

第一作者简介:高芳琴(1977—),华东师范大学自然地理学博士,主要研究方向为遥感图像处理、数据挖掘。

(责任编辑:刁淑娟)

(上接第7页)

THE STUDY OF LAND TYPE CLASSIFICATION TECHNOLOGY BASED ON TIME—SERIES LAI OF MODIS

FANG Mo—ren, TIAN Qing—jiu

(International Institute for Earth System Science, Nanjing 210093, China)

Abstract: In this paper, time-series LAI was retrieved from 46 MODIS images in Jiangxi province, and the images were obtained every 8 days from January 1, 2001 to the end of that year. The curve of time-series LAI was used to detect the land cover and use. Based on the hyperspectral analytical system, the authors used minimum noise fraction rotation(MNF) to extract noise from data, and employed pixel purity index(PPI) to extract the end-member of the chief land type. In this way, the land types of Jiangxi province could be classified and mapped. The classification result was verified by using the 1:100 000 land use/cover vector map of Xingguo county in 2000, and the classification precision was above 74.45%. The result shows that the application of time-series chart to classification is effective.

Key words: Remote sensing; MODIS; LAI; Land types; Classification

第一作者简介:方墨人(1979—),女,现攻读南京大学国际地球科学研究所地图学与地理信息系统专业,硕士,研究方向为遥感图像处理与高光谱遥感。

(责任编辑:刁淑娟)

启 示

凡 2000 年以后在我刊发表过论文,其相关项目获得国家或省部级奖项(或成果具有创新性)的作者,请将获奖项目证书(或专利证书或成果鉴定证书)复印件提供给我编辑部,我刊将采取一定的形式陆续给予刊登宣传。

万方数据

(本刊编辑部)