

图象信息分类制图的区域参数应用研究

傅肃性 张崇厚 李秀云

(中国科学院地理研究所 北京 100101)

摘要 利用空间遥感信息,在地理信息系统的支持下,开展电子制图研究,是现代图象图形学发展的一个重要方向。本文介绍了应用于图象识别分类与制图的区域参数的涵义与功能。它是改进图象分类精度和提高制图质量的基本保证。重点论述了空间信息区域参数研究的理论与方法,其中包括地理相关辅助数据分析法和基于知识的区域参数研究方法;同时,结合盐碱地等类型的识别、分类制图,对其区域参数,作了地学分析和应用研究。

关键词 区域参数,地学分析,微地貌单元

21世纪,区域持续发展将成为世界范围内发展的基本主题。因此,深化地球空间信息的应用研究,对资源分析管理、环境动态监测和发展规划,具有重大的科学与经济意义。

遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和电子制图是运用高新技术集成的综合体系。这种一体化技术体系的发展与应用,不仅能深刻地揭示地理过程中大量变化的自然规律,而且可促进地理信息分析处理向系统化、规则化和决策智能化方向发展,增强地理系统分析及其综合研究的能力。

遥感信息是自然界综合体的集中表征,它是地学研究的重要信息源。故此,有效地应用地学理论和先进的技术体系,开展深层次的图象分类研究,是国内外力在探索的新途径。

1 区域参数的涵义与功能

在区域空间研究中,对遥感信息的分析与制图,通常是以地物波谱特性研究为基础来提取有效信息,但其效果往往不理想,究其原因,有众多因素,而其最根本的是在利用空间信息处理和分析制图过程

中,对地物空间信息的构象机理,缺少深入的地学分析。为此,我们应注重地物构象规律的研究,诸如盐碱地形成的内、外因子的“成因性”特征信息,植被覆盖下影响土壤发育过程的“制约性”特征信息等。这些研究区域内诸地物要素内在特征差异的重要因素,由于各种地物类型,区域条件的不同,在建立地学生物学模型中,应考虑其区域性主导的和相关的因素,故此,称作为区域参数。比如水田,有海滩、滩涂上的水田,冲积平原上的水田,山地的水田等,它们的参数都不应一样。陈述彭教授将这类区域参数看成是空间信息模型应用中所需要的区域校正系数^[1]。而这些因素或参数,应该由研究地学等的有关专家予以提出,通过试验模型,达到运行系统的目的。其功能是为了最大限度地提高空间遥感信息智能识别分类与制图的质量和精度。

由上可见,在分析图象信息地物类型的波谱特性的同时,还应重视影响成象机理的区域参数研究,有机地利用地物光谱特性数据与空间区域参数结合的方法,这是一条有效的技术途径。

利用空间信息进行电子识别与制图,国内外都从不同角度和领域进行了深入的研究,他们采用各

• 国家自然科学基金资助项目

收稿日期:1995.07.25;收到修改稿日期:1996.02.26

种不同的分类器算法,诸如地物特征量统计分析、上下文特征识别、纹理结构研究、神经网络模式和双向性反射分布函数算法等,这些都不同程度地改进了地物分类的精度,这是一种基本的研究途径。但与此同时,针对空间地物目标,探求其内在的区域分异规律,研究其成象机理参数,并应用模型量化分析,予以定量描述,则是提高空间信息自动识别与制图精度不可忽视的重要途径。所以对主要地物信息,开展区域参数研究,提高遥感信息分类制图质量和精度,具有重要的理论意义。

2 空间信息区域参数研究的原理

实践结果表明,利用空间信息作为辅助数据,可不同程度地提高图象识别分类与制图的精度。因此,深入研究其应用方法的区域性、适用性与局限性是增强空间信息电子制图智能化的重要环节。

众所周知,遥感图象主要是地物类型光谱特性的综合反映。因此,以波谱特征为主要标志的模式识别分类方法,是空间信息自动分类与制图中最常用的方法之一。但这种依据地物光谱特性所表征图象的相似性,用作识别分类,往往产生同物异谱或同谱异物的混淆现象。这是因为自然体的影象受众多因素综合影响的结果,所以,在识别分类中,单以地物光谱特征相似性的统计分析为依据,存在着一定的局限性。因此,人们根据地物构象的机理,深入地开展了各种辅助数据和区域参数的研究。

2.1 空间制约性地理相关辅助数据分析法

自然界地物的分布,在相关性的同时具有制约性。如山区的地物类型,因其辐射亮度受地形影响,分类时,需要消除地形的影响因素,如若辅助于太阳入射角数据,其分类精度则大有改善^[2];又如,垂直地带分布区的地物识别分类,辅助高程带数据,不仅有助于专题要素的分类,且能大大地提高分类精度。例如:云南丽江玉龙山区,植被、土壤和农作物的垂直带分布十分明显。但是单纯依据影响地物的光谱特征,进行目视解译或计算机识别分类,是难以达到理想效果的。因为从多维的空间地物缩示成平面的影象,其中一些信息特征被隐含,不能充分显示。就土壤类型的识别来说,山区的土壤形成反映有一定的垂直地带性,而它除了受非地带性的岩性、成土母质的影响外,还受垂直地带的植被分布的作用。因此,在对山区土壤遥感分析制图时,必须注意到其高

程辅助数据的应用。

我们知道,山区的植被与土壤的分布具有一定的相应性垂直地带规律(表1):

表1 云南丽江玉龙山区植被土壤垂直地带分布示意图
Table1 The diagram about vegetation and soil's vertical zoned distribution of Yulong Moutain Area in Lijiang area of Yunnan province

高程(米)	植被类型	土壤类型	备注
5000	雪被	冰川雪被	雪线(5000米以上)
4500	地衣、高山砾石冻荒漠	原始土壤	荒漠带
		高山寒漠土	
4000	嵩草高山草地 高山杜鹃灌丛	亚高山灌丛草甸土 亚高山草甸土	灌丛草地带
3000	铁杉、冷杉、红杉、云杉等	暗棕壤 棕壤	
2000	云南松林	山地红壤、耕作红壤	
1500	山麓荒草地	耕作土	

山区土壤垂直地带的分布与其植被的垂直地带分布,有着较密切的地理相关性,它们可以相互印证,用以辅助图象信息的识别分类与制图。

比如,丽江山区的土壤类型,由于其受植被的覆盖,仅凭其图象的色、形等波谱特征分析进行解释分类是难以准确标定类型界线的。从表1中分析可知,该山区的植被和土壤具有按高程带的垂直分布的地理规律和特点,由此可见,山区的垂直高程带信息是辅助分类的有效数据,所以,在其土壤分类中,引入该区的数字高程模型(DEM)数据,按高程带处理有助于改进数字图象分类的精度、提高专题制图的质量。

此外,在利用辅助数据分类研究中,还可以针对欲分地物类型的要求,依据地学分析结果,按其制约性特征信息,建立必要的地理背景数据库(含地面实测数据与相关图件信息),这样可在地理信息系统支持下,有的放矢地辅助遥感图象的分类与制图。例如,数字地貌模型(DGM)参数的应用。

2.2 地物成因性特征信息区域参数研究法

根据区域分异规律和景观生态学理论,研究有关地物目标的成因性特征信息参数,是归纳、演绎、解决空间信息分类制图时一种不可忽视的方法,也是从地物表面现象描述到地理内在规律揭示,以至形成量化修正系数、表达模型,提高空间信息电子制图精度的一个重要方法。因为每类地物的消长变化都是遵循一定的有序性地理熵规律和内在因果关系

的,因而将各种地物信息的波谱数据结合地学、生物学空间模型的区域参数的研究,能使其获得实质性的进展,取得新的效果。

诸如在某些地物类型的成因中,往往因有不同的生态环境,而存在着一种成因性的控制参数,土地利用类型中的盐碱地就是较典型的一种。它是盐碱土的主要分布地,大多分布于内陆干旱、半干旱地区和滨海区域。

例如黄淮海平原禹城、齐河一带的盐碱土,在其成土母质中含有不同数量的矿物质盐分,在排水不良的低洼地区,形成含盐量不同的高矿化度地下水,因此,当土壤中不同数量的可溶性盐分积累达到一定程度时,就形成了盐碱土,它可按表层土含盐分量的大小,区分为非盐碱土、轻盐碱土、中盐碱土、重盐碱土和盐土等。它们对作物的生长反映出不同程度的影响。

从上述分析可知,土壤与地下水含有盐分是产生盐碱土的内在因素;一定的气候、地貌、地下水、土壤质地等因素和排灌设施、耕作措施等人为因素是形成盐碱土的外部条件。不难看出,盐碱化的发生、发展是一系列自然因素彼此相互综合作用的结果。

通过该区盐碱土形成的内因、外因及地球化学元素迁移运行规律的地学分析可见,它们最终是经过一定的地貌单元及其部位反映到地表面上的。因为,盐碱土的形成条件,其一,地势低洼易使水盐汇集;其二,土壤与地下水可溶性盐含量大,且潜水位高。因此,在地势低平,土壤潜水位又高于土壤盐渍化临界深度时,就产生土壤盐渍化。另外,其强烈程度与地貌的组成物质的成分大小息息相关。比如,一般均质沙土与均质粘土因毛管力较低,不易上升可溶解盐水,故而,它难以产生盐渍化,而均质壤土毛管水上升高度大,就易形成盐渍化土。由此不难说明,该区盐碱地的分布与其一定的地貌单元及地形部位有着极密切的关系。

就该地区的大地貌单元论,属黄河下游冲积平原,黄河长期的频繁决泛,给这一地区的土壤盐渍化发生、发展和演变带来重要的影响。比如,禹城、齐河一带,由于黄河历史演变,形成复杂的微地貌分布,主要有高地、平地 and 洼地 3 种类型,包括河滩高地、高坡地、平坡地、洼波地、平洼地和槽形洼地等。而在这些微地貌中,盐渍化主要发生在低平地与洼地内,尤其是洼地边缘及洼地的局部高起处。足见,该区的微地貌对土壤盐碱化的形成有着区域控制的作用,

分析认为,它是导致土壤盐碱化诸多因素中的关键因素之一。所以,我们在利用卫星图象进行盐碱地识别分类处理过程中,分析应用了微地貌这一区域参数,作为改进分类的修正系数。

考虑到该区的不同微地貌类型对土壤盐碱化程度的作用,为了盐碱地的识别分类,对其区域参数作了研究:一般说,河床高地、河滩高地、决口扇形地等,地势较高,地下潜水埋深大,排水条件较好,不易产生盐碱化土壤;微斜平地、平坡地、低缓平地,因地势平缓,地下水位较高,较易产生盐碱化;河间坡洼地、浅平洼地和槽形洼地,其地势低洼,地下潜水埋深浅,排水条件不良,容易产生土壤盐碱化。

根据上述各微地貌单元分布特征与盐碱化程度的地理相关关系分析,我们确定了用以辅助盐碱地识别分类的区域参数体系:

- 不易产生盐碱化的微地貌单元;
- 较易产生盐碱化的微地貌单元;
- 容易产生盐碱化的微地貌单元;

据此区域参数,就可在原以光谱信息为依据的分类基础上,分析量化模型,进行盐碱地辅助决策分类与制图。实践表明,这是进行空间信息地学分析成象机理,提高分类精度,不可忽视的有效方法。

3 区域参数在图象识别分类制图中的应用研究

遥感图象是专题制图的一种重要信息源。因此,地理制图也成为遥感的一个主要应用领域。所以,针对目标对象,研究区域参数,从空间图象提取有效信息,保证制图质量是遥感制图地学分析的基本思路。

从图象的光谱特征统计分类,结合地学、生物学理论,对遥感信息作地理相关的机理分析,研究制图对象的区域参数,引入专家知识,是实现资源卫星应用系统及智能决策化的重要保证。实施这一多学科综合应用研究的技术途径,是从本质上改进和提高空间信息电子地理制图精度与质量的关键措施。

区域参数分类制图应用研究的实施程序:(1)基于空间图象光谱特征信息的统计研究,分析其分类的机理信息,确定空间模型的区域参数;(2)根据控制参数体系,进行参数量化处理,同时针对地物光谱分类结果,研究区域修正系数,并依实验拟定分类算法的先验概率表;(3)在多光谱图象数据识别分类的基础上,结合区域参数及其量化值,进行辅助分类,产生新分类图象;(4)按照遥感专题制图的技术要

求,通过几何投影变换,实现图象与图形的配准,最 流程见图1。
终产生由区域参数辅助分类的专题要素图。其实施

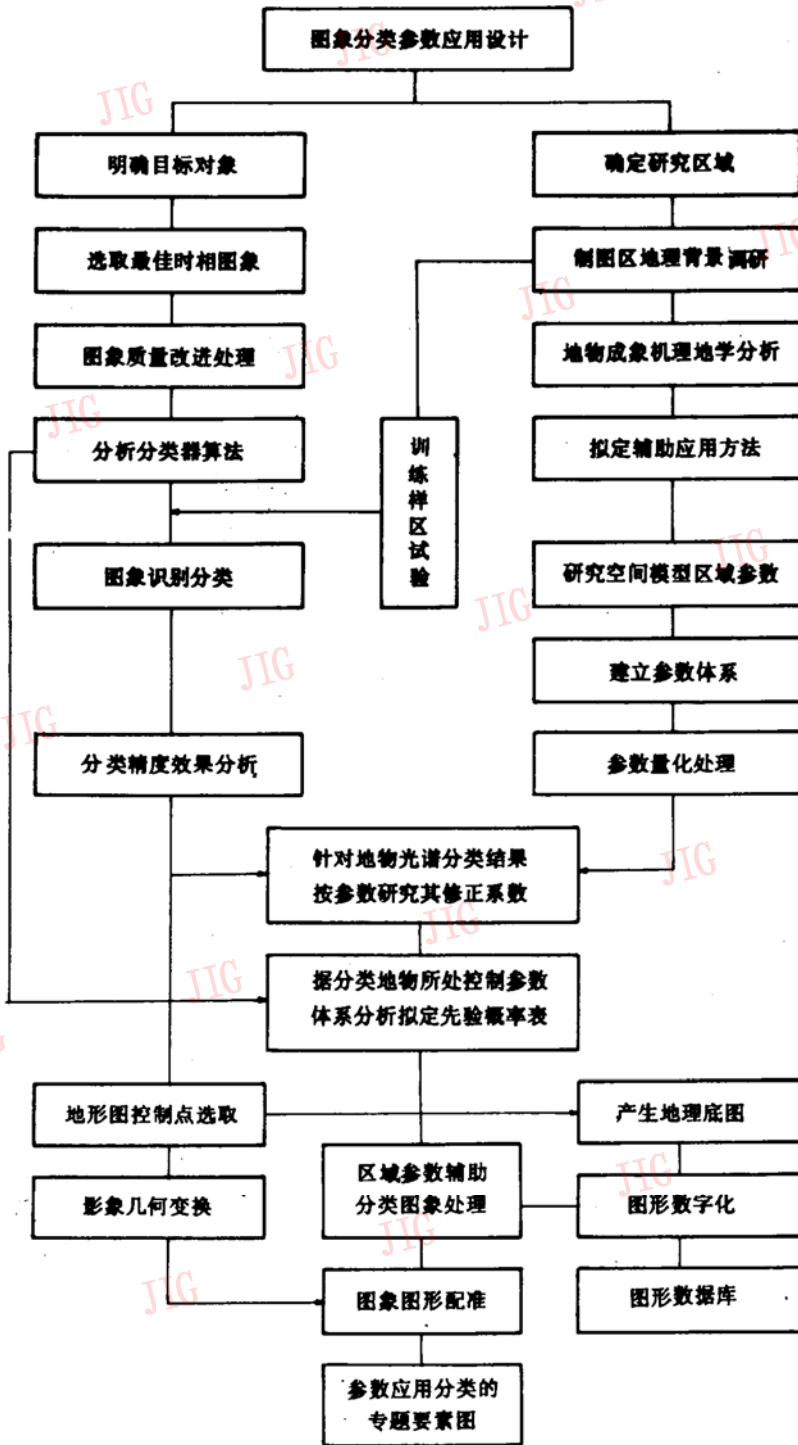


图1 区域参数辅助分类制图流程示意框图

Fig. 1 The sketch about procession of regional parameters' auxiliary classification mapping

以上方法和流程,我们曾以盐碱地类型进行了实验研究。

3.1 区域参数的量化分析

建立起能直接反映微地貌类型与土壤盐碱化相

应关系的区域参数体系后,就可进行参数的量化研究,这是实现区域参数辅助分类的关键环节。

在多光谱图象模式识别分类中,我们是采用最大似然率判别规则进行的,即:

$$g_i(X) = -1/2 I_n | \sum_i | -1/2 (X-U_i)^T \sum_i^{-1} (X-U_i) + \ln P(W_i)$$

式中, $g_i(X)$ 为第 i 类的判别函数; X 为图象象元值向量; U_i , \sum_i 分别为第 i 类的均值向量和协方差矩阵; $P(W_i)$ 为第 i 类的先验概率。

由上式可知,任何一类地物的判别函数,不仅取决于其各自的统计参数,而且还取决于其先验概率。可见,分类过程中,当某些地物类别的统计参数甚为相近时,其先验概率值的大小,对判别象元的归类有着决定性的作用,这就是参数量化的原理。

显而易见,在其识别分类中,若能依据前述的区域参数,分析研究各类地物的先验概率值,那么,就能针对原多光谱分类结果的分析,赋予较合理的修正系数,即先验概率值。该参数量化值确定的原则是依据欲分类地物所处的区域参数单元而定。一般说,凡盐碱化的地物类型在容易产生盐碱化的微地貌单元中,出现土壤盐碱化的可能性,要比在不易产生盐碱化的微地貌单元中的大。这样就可根据区域参数体系确定分类地物的先验概率值,用以表达量化模型。

3.2 参数的赋值原则与分类应用

先验概率值的确定,旨在研究批量修正系数,赋以改进分类精度。

从盐碱地的图象识别分类结果可以看出,仅利用多光谱信息统计所分的地物类型,其混淆现象较多,有的几乎区别不开。我们在实验中所分的十几个类型中,因盐荒地、沙地其色调均呈白色,灰度值较高,且甚是相近,因此,难以区分;重盐碱土与城镇类型也有混淆,不易分开;此外,不同盐碱化程度的小麦地、裸露地也存在着混淆现象。对此,利用区域参数量化而得的各类地物先验概率值,可按欲分地物所在不同微地貌单元赋予修正数。

例如,盐荒地,若其处于容易产生盐碱化的微地貌单元内,则赋予它较大的先验概率值;如果它位于不易产生盐碱化的微地貌单元中,则给予较小的先验概率值。当盐荒地、沙地两类易混淆的地物均处在容易产生盐碱化的微地貌单元时,则适当增大前者的先验概率值,相应减小后者的先验概率值,这样,

两者各自所得的判别函数值就不同,前者因其值较大,就被分到盐荒地类中去。那么,对于非盐碱化的裸地、城镇等位于不易和容易产生盐碱化的微地貌单元时,凡它们处于不易的单元内,赋值应比处于容易的单元要大。其参数量化的先验概率值,可通过上述原则将欲分地物类型识别分类的实验,予以确定,详见表 2

表 2 依据区域参数体系赋值分类例表

Table 2 The chart about parameter classification according to the regional parameter system

区域参数 类型	容易产生盐碱化 的微地貌单元	较易产生盐碱化 的微地貌单元	不易产生盐碱化 的微地貌单元
盐荒地	0.13	0.07	0.01
重盐碱化地	0.13	0.09	0.01
非盐碱化小麦地	0.01	0.10	0.25
城镇	0.01	0.02	0.13
沙地	0.01	0.02	0.13
水体	0.10	0.10	0.10
合计	1.00	1.00	1.00

根据上述区域参数分析量化模式应用的结果可以认为,利用批量修正系数的分类比单凭多光谱特征识别有较大的改进,提高了分类的精度。

实验表明,根据不同的微地貌与土壤盐碱化的相关关系,确定分类地物的先验概率,是区域参数量化的理论依据,也是建立基于知识(包括各领域的专业知识)的多变量综合分析模式以及规则化专家系统的基本前提,同时,又是促进遥感、地理信息系统和电子制图综合系统与智能化的重要基础。进而能综合地利用遥感信息、非遥感信息(含辅助数据和专家知识),运用一定的智能方法,予以揭示地物特征信息的机理。

随着高新技术的不断进步,迎向 21 世纪,系统的设计,应是多级分块结构,以利更新功能与数据;便于针对具体问题,对系统作相应的调整,以适用于多种应用领域。

参考文献

- [1] 陈述彭. 资源与环境信息系统的开发环境及运行条件. 见: 崔伟宏主编·微机资源与环境信息系统研究·北京: 中国科学技术出版社, 1990.
- [2] 杨凯等. 辅助数据在遥感影像计算机分类中的应用. 环境遥感, 1986, 1(3): 213-218.
- [3] 傅肃性. 地学分析在遥感专题制图中的应用. 国土资源遥感, 1994, (3): 41-48.

[4] 匡震等. 专家系统在 TM 图象分类中的应用. 环境遥感, 1989, 4 (4): 257-267.



傅肃性 男, 生于 1936 年 11 月 15 日. 1961 年毕业于南京大学地理系. 现为中国科学院地理研究所国家实验室研究员, 主要从事地理制图、遥感与地理信息系统的应用研究, 已发表论文 70 多篇, 并出版编著、主编(含合作)的图集、书籍十余部(册). 自 1978 年以来, 共荣获负责和主要参加的国家、部委、院级科技进步奖 14 项(次).

Regional Parameters' Application Research on Classification Mapping of Image Information

Fu Suxing Zhang Chonghou Li xiuyun

(Institute of Geography, CAS, Beijing 100101)

Abstract It is an important developing tendency direction for modern graphics and image sciences to develop electronic mapping research using spatial remote sensing supported by GIS.

This thesis introduces the implication and function of regional parameters used in image's recognition, classification and mapping. It is indispensable for improving the accuracy of image classification and mapping quality. In the thesis, it significantly expounds the regional parameters' theory and method research on spatial information, which include geographic related auxiliary data analysis and regional parameters' research basing on knowledge, and also illustrates the Geo-science analysis and application of regional parameters with alkalisalinal soil types identification, classification and mapping.

Keywords Regional parameters, Geo-science analyses, Micro-geomorphic unit