

遥感图像分类中混合像元分解方法研究

吴 黎¹,张有智^{1,2},解文欢¹,王 鹏¹,刘媛媛²,李 栓²

(1. 黑龙江省农业科学院 遥感技术中心,黑龙江 哈尔滨 150086 2. 东北农业大学,黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:总结了儿种解决遥感图像分类中混合像元分解问题的方法,对各种方法的基本理论、应用条件和优缺点进行阐述,并对未来提高分类精度的前景进行展望,为遥感图像分类应用提供有价值的参考。

关键词:遥感;图像分类;分类方法

中图分类号:TP79

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)09-0139-03

遥感图像的分类是以计算机为辅助,对遥感图像中的各类地物的光谱信息和空间信息进行分析,选取特征,并用一定的手段将特征空间划分为互不重叠的子空间,然后将图像中的各个像素划归到各个子空间中去。在遥感影像中同类地物在相同的条件下具有相同或相似的光谱信息特征和空间信息特征,从而表现出同种地物的某种内在相似性,即同类地物像素的特征向量将集中在同一个特征空间区域;而不同的地物因其空间信息和光谱信息特征不同,而集中在不同的特征空间区域。常规的遥感图像分类有监督分类与非监督分类法^[1]。传统的分类法将每个像元归属于一种类别,是基于像元光谱统计特性的硬分类,正常传感器瞬时视场角内观测的辐射亮度值不一定来源于同一地物,因此以整个像元为单元进行分类势必会造成分类精度的下降和信息的损失。因此,对传统硬分类的改进,亚像元分类法就较有优势。该文详细介绍了国内外出现的亚像元分解的方法,其优劣性的比较,以及展望。

1 分类方法

1.1 混合模型

混合像元分解法在一定程度上能够提高土地覆盖面积估算的精度,从混合像元角度来分析遥感影像更接近实际。混合像元分解法就是根据每一像元在各个波段的像元值来估算像元内各个土地覆盖类型的比例^[2]。其主要分为线性光谱混合模型和非线性光谱混合模型。

1.1.1 线性光谱混合模型 线性光谱混合模型

是使用最多也最简单的一种混合光谱模型,它是利用一个线性关系表达遥感系统中一个像元内各地物的类型、比例与地物的光谱响应。其公式为:

$$r_i = \sum_{j=1}^n (a_{ij}x_j) + e_i \quad (1)$$

式中: $i=1,2,\dots,m$; $j=1,2,\dots,n$; r_i 为混合像元 i 波段的反射率(亮度值); a_{ij} 为第 i 个波段第 j 个端元组分的反射率(亮度值); x_j 为该像元第 j 个端元组分的丰度; e_i 为第 i 个波段的误差; m 为波段数; n 为端元组分数。误差项可写为:

$$e_i = r_i - \sum_{j=1}^n (a_{ij}x_j) \quad (2)$$

使用最小二乘法求解 x_j ,使得 $\sum_{i=1}^m e_i^2$ 最小,同时要求满足条件:所有要素的面积比例 x_j 之和等于1,即 $\sum_{j=1}^n x_j = 1$,以及每一要素的面积比例 x_j 在 $[0,1]$ 之间变化,即 $0 \leq x_j \leq 1$ 。

$$RMS = \sqrt{(\sum_{i=1}^m e_i^2)/m} \quad (3)$$

式(3)表示求解过程中的均方根误差(RMS),RMS越小表示总体误差越小。当 RMS 较大时,说明线性光谱混合模型适用错误,或者选取了错误的端元组分,重新反复选取端元,直至误差较小为止。线性分解模型是基于同一像元内相同地物具有相同的光谱特征以及光谱线性可加性的基础上,优点是其构模简单,物理含义明确,理论上有一定的科学性,对于解决混合像元有较好的效果。

1.1.2 非线性光谱混合模型 线性光谱混合模型

假设组成混合像元的不同地物的光谱以线性的方式组成混合像元的光谱。但实际上,在一个混合像元内,各地物光谱之间并非都按线性方式组

收稿日期:2011-04-22

第一作者简介:吴黎(1983-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,研究实习员,从事农业遥感技术应用研究。E-mail:aromawu@163.com。

合,它们之间互相作用互相影响有一定复杂的相关性,因此需采用非线性光谱混合模型来解决此类混合像元分解的问题。基本公式为:

$$f(\lambda_i) = \sum_{j=1}^m F_j f_j(\lambda_i) + \sum_m F_j F_x f_j(\lambda_i) f_x(\lambda) + \xi(\lambda_i)$$

$$\sum_{j=1}^m F_j = 1 \quad \xi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi^2(\lambda_i)$$

式中: $j=1, 2, 3, \dots, m$ 表示像元组分; $i=1, 2, 3, \dots, n$ 表示光谱通道; F_j 表示像元组分中各像元占的面积比,是待估参数; $\xi(\lambda_i)$ 与 ξ 分别是第 i 个光谱通道的误差和总误差项; $f(\lambda_i)$ 表示混合像元光谱; $f_j(\lambda_i)$ 表示像元中各组分光谱。

在非线性混合模型中,通常无法进行直接的求解,需要采用迭代的算法来求解。其优点可以得到混合像元中各端元组分的丰度,缺点是不能得到个端元组分的空间分布状态,亚像元定位的问题混合模型未能解决。

1.2 元胞自动机模型

20 世纪 50 年代,冯·诺依曼为了模拟生物学中的自复制行为提出了元胞自动机理论^[3]。它是一种用来仿真局部规则和局部联系的方法,它定义在一个具有离散,有限状态的元胞组成的元胞空间上,按照一定的局部规则,在离散的时间维上演化的动力学系统。混合分解模型像元的分解是通过建立光谱混合模拟模型,即像元的反射率可表示为端元的光谱特征和端元组分丰度的函数,此方法只考虑到各端元组分的丰度和光谱特征,未考虑各个端元之间相互关联的信息^[4]。元胞自动机系统通过建立元胞空间,查看邻居,确定各个元胞输出的状态变量(影像中具有典型地物的分量值——端元组分的丰度),设计进化规则可解决混合像元分解的问题。其关键所在是进化规则的设计。元胞自动机模型的优势在于,在得到混合像元中各端元组分的丰度后,通过亚像元自身的空间分布特征,将亚像元赋予不同的端元组分,利用端元组分所占亚像元的比例和端元丰度相等的约束条件,可以解决亚像元定位的问题,同时提高了像元分类的精度并更好地反映了图像空间的细节信息。

1.3 神经网络法

近年来,国内外一些专家学者对关于人工神

经网络方法提高遥感图像的分类精度的研究较多。神经网络是以模拟人脑的神经系统功能和结构为基础,建立的数学分析处理系统。不同的学者分别提出或应用 Hopfield 神经网络、BP 神经网络、自组织网络、小波网络、细胞神经网络、模糊神经网络等对遥感图像进行分类。例如,王雪梅等以新疆于田绿洲为例利用 BP 神经网络算法对土地覆盖进行分类,结果表明采用此方法平均分类精度可达到 90% 以上,可获得较好的分类结果。近年来国内外出现了效果较好的分类方法是将模糊理论与神经网络结合起来,发挥各自的优势。由于遥感影像数据的非线性,不确定性和量大的特点,采用模糊理论的隶属度可解决数据的不确定性,神经网络可解决数据的非线性问题并进行处理,能够更好地体现遥感影像分类的内部特征,进而提高分类的精度。

2 方法比较

分类问题是遥感图像处理的关键步骤,地物分类的精确度高低直接影响到后期分析研究的精确程度。传统的分类研究都是以像元为研究单位,但同一个像元内绝大多数包含多种不同的地物,因此要想提高地物分类的精度,混合像元的问题需很好地解决。该文从此角度出发,以亚像元为研究单元,提出几种应用较广泛且分类效果较好的混合像元分类方法。线性光谱混合模型可充分利用不同地物的光谱特征获得各端元的丰度,进而获得混合像元内所要分得地物所占像元的比例。但此方法简化了各光谱之间的函数关系,使得其在应用方面受到一定的局限性;非线性光谱混合模型虽然解决了各光谱之间单一的线性关系问题,但其计算量较大,过程复杂,费时且存在个人差异;采用元胞自动机方法解决混合像元的问题是一个较新的领域,它最大的优点是不但可以求得各端元的丰值,而且可以获得各端元组分的空间分布状态;神经网络法与其它方法相比,可以方便加入地理辅助数据,其计算过程具有并行能力,高速处理数据的速度及自适应能力可解决各种非线性映射,较复杂的分类和模式识别的问题。但由于遥感影像具有不确定性,一般采取模糊集合的理论来解决,因此利用模糊神经网络法,结合模糊集合和神经网络各自的优点来共同解决混合像元分类问题。各种方法的比较结果见表 1。

表 1 方法比较

方法名称	前提条件	优点	缺点
线性光谱混合模型	假设每种地物相对像元亮度值的贡献与其所占像元面积比成正比	操作便利,运算简单,对混合像元的分解有一定的效果。	应用模型前有一定的假设条件,对混合像元的分解具有局限性。
非线性光谱混合模型	无	考虑混合像元内各地物光谱之间除线性组合外,大部分属于非线性组合。	计算复杂,工作量大。
元胞自动机	无	混合像元分解的同时,利用影像的空间信息,解决亚像元的定位问题。	对于噪声有较强的抑制作用,但影响独立分布像元的精确程度。
神经网络	无	具有并行性计算能力,自适应能力和非线性映射功能。	方法不够成熟,仍需与其它理论结合才能更好地解决分类精度问题。

3 展望

卫星遥感技术在农业方面应用很广泛,尤其对地面农作物的监测、长势和灾害方面的估测有着尤为重要的意义。其准确性好,速度快,实时性强,为政府的宏观决策提供了有利的依据。在对遥感影像进行地物分类中,提高分类的精度是人们追求的目标。在混合像元分解中,该文介绍的几种方法发挥了重要的作用。这些方法存在各自的应用环境、优点与不足,可根据具体分类的实际需要选择合适的方法。为进一步提高其精度,在目前的遥感技术水平下,混合模型对较低分辨率的分类精度受到限制,可以采用图像融合技术对

多时相、多源遥感数据进行融合提高影像的精度,再与各混合像元分解方法相结合,可成为提高遥感影像分类精度的主要发展方向^[5]。

参考文献:

[1] 钱茹茹. 遥感影像分类方法比较研究[D]. 长安:长安大学,2007.

[2] 李君,范文义,李明泽. 线性混合光谱模型在多光谱遥感影像分类中的应用[J]. 东北林业大学学报,2008(8):45-49.

[3] 杨陈照. 城市元胞自动机研究进展[J]. 中国科技信息,2006(21):197-198.

[4] 陈建平,丁火平,王功文,等. 基于 GIS 和元胞自动机的荒漠化预测模型[J]. 遥感学报,2004(5):254-260.

[5] 柴勇,何友,曲长文. 遥感图像融合最新进展及展望[J]. 舰船电子工程,2009(8):1-5.

Classification Methods of Unmixing Based on Remote Sensing Image Classification

WU Li¹,ZHANG You-zhi^{1,2},XIE Wen-huan¹,WANG Peng¹,LIU YUAN-yuan²,LI Shuan²
(1. Remote Sensing Technique Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Several classification solutions about unmixing problem based on remote sensing image were summarized. The basic theory of various methods, application conditions, the advantages and disadvantages were explained. Finally the future of improving the accuracy of the classification was prospected. It could provide valuable reference for applications about classification of remote sensing images.

Key words: remote sensing; image classification; the method of classification

(上接第 124 页)

Discussion on Some Relative Issues of the Migrant Worker Shortage

WANG Yong,ZHU Xiao-chao
(Politics College of Chongqing Normal University,Chongqing 400047)

Abstract: The migrant worker shortage has gradually become the hot topic concerned by the society. Generally, the migrant worker shortage phenomenon is the result of national and regional economic layout readjustment, urban-rural dual structure constraints, the enterprise deviation concept, as well as the low quality of migrant workers. The settlement of the migrant worker shortage can improve the income distribution pattern and shorten the income gap between urban and rural residents and protect the rights and interests of migrant workers and form new interpersonal relationship and help the harmonious development of regional economy and the urbanization orderly. In order to effectively dispel the migrant worker shortage problem, it should give full play to the guiding role of government at all levels and change enterprise development mode and employment concept, and improve the quality and the interest expression mechanism of migrant workers.

Key words: migrant worker shortage; reason; resolution; countermeasures