

遥感图像应用处理中的一个分类新算法

——模拟目视分辨法*

王杰生

(中国科学院遥感卫星地面站)

1991年7月10日收稿

摘 要

本文介绍的 SVD 分类方法,模拟人眼分辨图像上图斑的机理,对遥感图像进行分类。意在克服常规计算机分类的一些缺点,改善图斑边缘及交界处的混分现象,同时做到均匀大图斑的平滑及孤立小图斑的保留,使分类上图斑整齐,界限分明,精度高,视觉效果好。因此有较好的实际应用价值。

关键词 遥感图像应用处理 计算机分类 SVD 算法

一、引 言

计算机识别分类是遥感应用的一个重要组成部分,无论专业信息提取、动态变化监测,还是专题图绘制、遥感数据库建立等,都离不开分类。它已成为土地利用、资源调查、作物估产、灾害评估、环境监测等方面的重要工具。

在常规的分类方法中,主要是监督分类与非监督分类两大类。经常用到的分类方法,前者包括最大似然分类、多组判别分类、最小距离分类等,后者如等混同距离分类法等。这些分类方法一般能完成主要地物的识别,有一定的应用价值。但也存在明显的不足,往往产生较多的错分、漏分情况,且分出的图斑比较零乱,分类精度不高,很难达到生产实用的要求。造成这些情况的原因概括起来有以下三点:一是客观地物的错综复杂性,大量存在着同谱异物和同物异谱的现象;二是由于卫星分辨率的限制,在遥感图像中存在着大量的混合像元,特别是在各类地物的边缘和交界处;三是上述常规分类方法只考虑遥感数据的光谱信息,根据每一个像元的多光谱数据去进行分类,而没有注意其重要的空间信息,考虑像元与其周围像元之间的关系。

以上这些问题近年来已逐渐受到数字图像处理人员的重视,不断出现一些新的应用处理方法。如针对同谱异物和同物异谱现象,用地理信息系统或其他辅助数据支持参与图像分类,并采用分层分类、引入专家知识、建立专家系统及推理模式等技术,从而大大提高了分类精度,改善了常规分类结果^[1,2];北京大学遥感所还设计了 VI 分类法(Visual Interpretation),利用遥感数据中的空间信息,以消除常规分类中图斑过于零散的现象,使

* 戴昌达先生对本文进行了仔细修改,胡德永先生也提出过修改意见。

遥感影像图更方便地转化为遥感专题图¹⁾;此外,国内外都有人正在着手研究神经网络分类法,期望能模拟人脑的思维方式对图像进行分类处理²⁾。

作为一个好的计算机分类系统,必须解决前面提到的影响分类精度的三个因素,才能满足实际应用的需要。遥感专业工作者在对图像进行目视解译时,遇到同谱异物或同物异谱现象,不可能单纯依靠图斑色调去区分其不同类别,而是主要依靠他们的专业经验和生物地学知识进行区分。因此在计算机分类处理中,也不能单纯依靠图像原始数据去区分这类地物,要靠地理信息系统或包括地学分区控制在内的辅助数据支持,及引用专家知识建立推理模式来解决这一因素。本文所研究的分类新算法,要着重解决的不是这第一个因素,而是影响分类精度的后两个因素,从而减少错分、漏分现象,使图像的分类结果更接近于人眼分辨结果。

二、原 理

人在解译图像时,首先考虑的是地物的整体性,从光谱亮度关系和相邻空间关系出发,用眼在图像上分离出一块块色调较为均匀的图斑,然后再综合其他知识确定其所属类别。以往的常规计算机分类没有遵循这一过程,采取的是“只见树木不见森林”的做法,从一个个孤立的像元出发去判断其归属类别,忽略了图像的空间信息,即像元与像元之间的相互联系。另外,有的方法以先验的模板或窗口在图像上取一些像元,并以这些像元的光谱统计特征代替其模板或窗口中心像元的光谱特征,进行分类。这类方法可以产生图斑合并的效果,但不可能提高分类精度,也不符合人眼分辨图像的机理。本文设计的分类方法称模拟目视分辨法(SVD),其主要特点是把分类过程划分为两步在计算机上进行:第一步,分析图像的空间特性,即分析像元与像元之间的空间关系,使每一像元带有十种图斑属性中的一种(见下文),即标明其属于“图斑内部”、“图斑边缘”或“孤立点”,并以图斑码表示像元的图斑属性,建立全图像的图斑码文件;第二步,在考虑每个像元图斑属性的基础上,选择不同的常规分类方法,进行监督分类,确定该像元所属类别。这种分类模拟了人眼分辨图斑的过程,既避免了“只见树木不见森林”、忽略空间关系的做法,又尽可能保持了图斑的固有边缘及孤立小图斑的形状,从而提高分类精度,改善分类效果。

三、具体算法

1. 根据应用目的选择信息丰富的一个或数个原始波段图像、或经某种增强处理的新指标、或辅助图像,作为分析图像图斑关系的基础,进行图斑分析。即在选定图像中以每个像元为中心的 3×3 像元或 5×5 像元的窗口内,针对图1中前9个模板,分别计算图像亮度值的标准偏差 $\sigma_j(j=1, \dots, 9)$,并取 I 为该中心像元的图斑属性,使满足:

1) 季然等,VI分类器、VD编码及其在光栅型信息系统中的应用,北京大学科研报告,1990.11。

2) 胡宝新等,遥感图像的神经网络分类器,遥感与GIS青年研讨会论文,1991.3。

$$I = \begin{cases} 1, & \sigma_1 < \text{THR1} \\ J, & \sigma_J = \min_{2 \leq j \leq 9}(\sigma_j) \\ 10, & \min_{2 \leq j \leq 9}(\sigma_j) > \text{THR2} \end{cases} \quad (1)$$

其中: THR1——整图斑阈值; THR2——孤立点阈值。通过此运算形成对应于选定图像的图斑码文件。

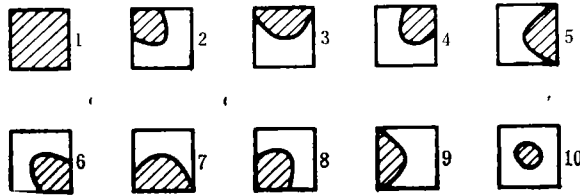


图 1 空间模板示意图

Fig.1 Sketch map of spatial models

2. 用 K/N 表决法, 确定窗口中心像元的分类图斑属性, 其中 N 为计算图斑属性的输入图像数, K 为表决阈值, 即 N 个图斑码中数值相等的个数阈值。具体做法为: 针对每一个像元, 比较其 N 个图斑属性, 并按 (2) 式确定该像元的分类图斑属性 I_0 。

$$I_0 = \begin{cases} I_{sam}, & k \geq K \\ I_{sel}, & k < K \end{cases} \quad (2)$$

其中: k —— N 个图斑属性中图斑码一致的个数, I_{sam} ——与 k 个相同图斑码一致的图斑属性, I_{sel} ——某指定图像的图斑属性。

3. 用多组判别法、最小距离法或最大似然法, 参考每个像元分类图斑属性进行监督分类。此时以部分像元的亮度均值代替窗口中心像元的亮度值, 从而实现对全图像的 SVD 分类。

四、结果分析

从 SVD 算法的原理出发, 不难看出此分类对原有常规监督分类进行了明显改进。图像上的类是由一些形状各异、大小不同的图斑组成的, SVD 算法中考虑了图像的空间信息, 使图斑的形状在分类过程中优先得到充分重视, 并把图斑形状信息分析和分类过程紧密结合在一起, 在先确定图斑的基础上对图斑内像元进行分类, 从而既避免了只根据图像上每个孤立像元的亮度值进行分类的片面性, 又避免了以某种固定邻域内像元的平均亮度值作为基础进行分类的先验做法, 提高了分类精度。特别应该指出的是, 在图斑的边缘或交界处, 存在着大量混合像元。混合像元的光谱信息实际上是几种地物光谱信息的混合体。以往的计算机分类中错分、漏分像元多发生在此类地方, 其结果导致图斑面积扩大或缩小, 或是形成许多误分的零散小图斑, 使分类的定位及整体精度都受到影响。在 SVD 算法中, 由于事先确定了这类像元的图斑属性, 随后又参照其所属图斑进行分类, 无疑会大大改善边缘或交界处的分类结果, 提高分类的定位精度。

在以往的分类中, 某些大的图斑内部经常会出现一些零星小图斑, 其中许多是由于地

物的不均匀性造成的。如城镇居民点内部,有平房-楼房、空地、道路、阴影、树木、草地等;在生长着相同作物的大块农田中,湿度不均匀,长势不同,还存在着田埂、荒岛等;在水域中,清浊程度不同,深浅不同,有时还有风的效应或生物效应等等。这一切往往造成图像上的某些像元,其亮度值与周围大图斑的亮度值有些差异,并可能在分类结果中体现出来。对于一般遥感应用来说,并不要求区分这些差异,区分了反而使地类过于复杂、图斑过于零乱,影响主要地类的分类效果,会降低分类的整体精度。在 SVD 处理中,由于可用阈值 $THR1$ 控制图斑的整体性,从而避免了上述现象的出现,对分类图起到了某些分类后处理或图斑合并的作用。

常规分类的后处理,在合并小图斑时,经常会碰到一个难于克服的缺点,即把确实存在的、不想合并的小图斑也合并掉了。这是因为合并过程只根据分类后图斑大小,没有再考虑图像的空间及光谱信息。在 SVD 分类处理中,只要适当调节阈值 $THR1$ 及 $THR2$,就能使感兴趣的小图斑内的像元当作孤立点参加分类,易于保持其固有类别,因此,此分类虽有类似图斑合并的作用,但不会丢失图像上想要分辨的细节,起到了既合并掉不需要的小图斑、又保留了该分辨的小图斑的目的,明显提高了分类的整体精度。

五、实 例

图版 1 图 2 是应用 SVD 算法(简称之为新方法)对 1989 年 10 月北京朝阳区奥林匹克体育中心附近 512×512 像元的 TM 窗口图像进行分类试验结果。我们事先粗略取了 8 类训练区,包括水体、农田、蔬菜、其他植被、城镇、裸地等,并同时用常规多组判别分类方法(称之为旧方法)进行比较。从两个分类图上看,新方法做出的结果,图斑整体性好,边缘清晰,目视效果明显优于旧方法做出的结果。我们结合实地验证,对图上四个小区进行了逐一像元的比较,以符号图(见图 3)表示出来,其中符号“E”表示各小区的主要观察类。在“说明”栏中,定量分析了各小区的分类精度。

为了进一步分析两种分类的差异所在,我们在 TM 第 4 波段背景图像上用红颜色表示了两种分类的差异像元(图版 1 图 4),此类像元占全图像元总数的 18.85%。通过分析两种方法对这类像元分类的准确性,可以看到它们分类精度的差异。由图版 1 图 4 可见,分类差异大多集中在以下几种地方:(1)块状地物的边缘或交界处。如图像右上方形状规则的地块边缘,大多线状地物的边缘等;(2)块状地物内部的不均匀处。如黑色鱼池区内部的小池埂,图像右上方某些田块中的不均匀小斑等;(3)图像左下部及右侧偏下较暗的城镇居民点内地物错综复杂的区域;(4)其他混合像元处。再对照新、旧两结果,可以看出新方法分类结果中,田埂变少或被消除,鱼池、田块更加均匀,居民点内消掉了大量孤立小图斑。而在旧方法分类中,这些地方图斑零乱,类别参杂,有时甚至出现与周围地物不相关的类别。由此说明新方法提高了原分类精度,使分类图更接近目视解译的结果。这与本文第四部分从 SVD 方法本身分析得到的结论相一致。

滑、孤立小图斑的保留,并改善了图斑边缘及交界处混合像元的错分、漏分现象,把常规计算机分类精度提高了一步。由于在确定图斑属性时,可以选择原始图像、增强图像或其他辅助图像,使分类更能满足应用需要或完成图像调制等特殊处理。用此算法得到的分类结果,图斑整齐,界限分明,视觉清晰,便于转换成遥感专题图,为结果输出提供方便。同时也为将图像栅格格式转换成矢量格式、快速更新数据库打下基础。因此,与常规分类方法相比,SVD 法更具有实际应用价值。

另一方面,此算法取名模拟目视分辨法,而没有称模拟目视解译法,原因是没有引进专家知识,这是 SVD 算法有待进一步扩展和深化的方向。此外,在对复杂的混合像元处理中,如用更好的方法提取子像元信息,还可能进一步提高分类精度。

参 考 文 献

- [1] 胡德永等,用于土地利用分类的计算机复合分层分类方法——河北省南皮县土地利用分类研究,环境遥感,4(4),1989。
- [2] 徐冠华等,遥感图像判读的专家系统及其应用,再生资源遥感研究,科学出版社, pp.38—46,1988 年。

A New Classification Method in Remote Sensing Image Applied Processing —— Simulative Visual Distinguish Method

Wang Jiasheng

(Remote Sensing Satellite Ground Station, Academic Sinica)

Abstract

The SVD classification algorithm introduced in this paper is designed for remote sensing image processing. It intends to classify an image by simulating the procedure of human visual distinguishing spots. This method could avoid some defeats in normal classifications, decrease the mixture appeared at the edge or the juncture of classes, smooth the homogeneous spots and conserve the small isolate spots. The result of this new method presents advantages of regular spots, clear boundaries and high accuracy. It is obviously better than the results obtained by normal classifications and it is of great value in practical application.

Key words Remote Sensing Image Applied Processing Computer Classification SVD Algorithm

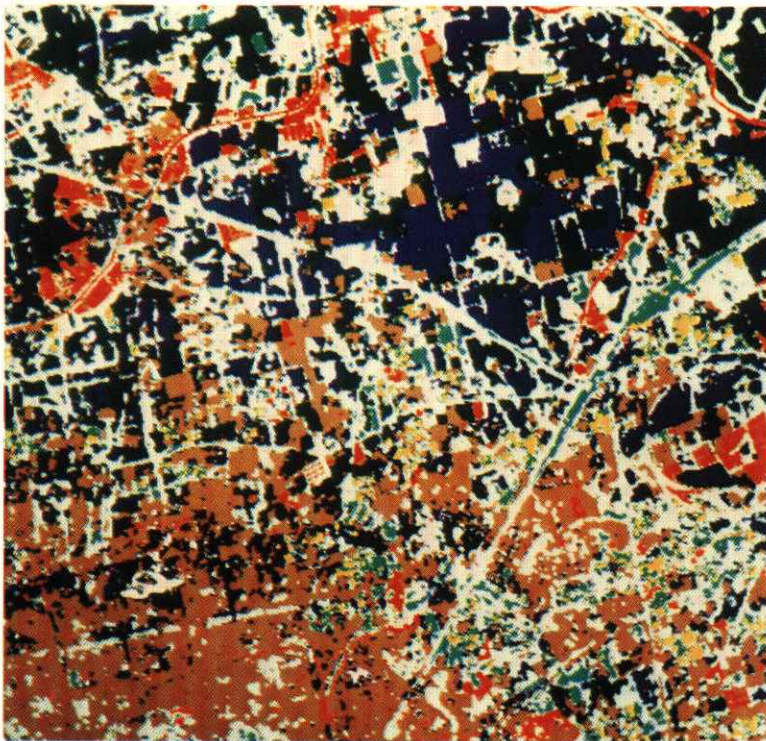


图 2 应用SVD算法(新法)
进行分类结果

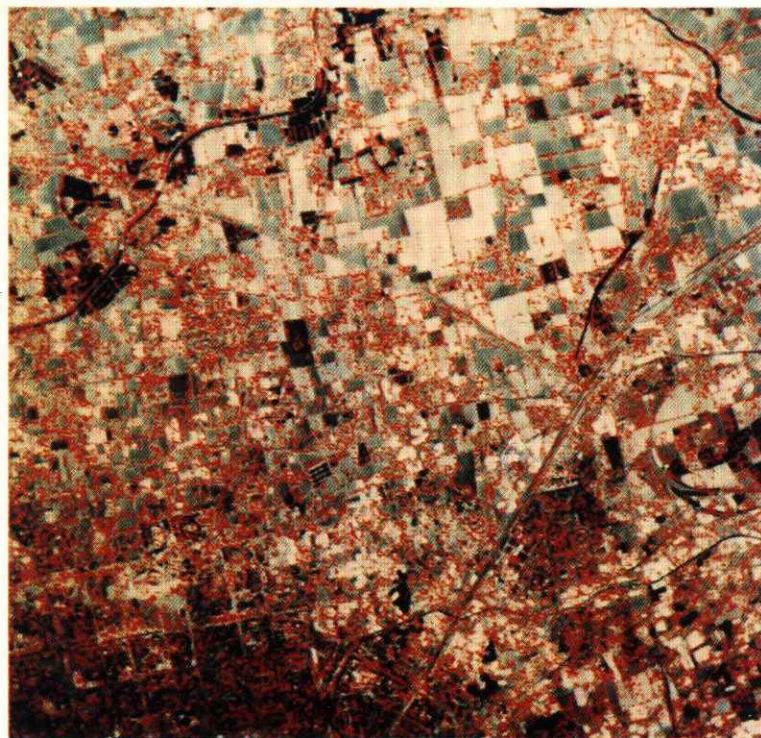


图 4 新旧两种分类差异