

浅谈遥感图像监督分类与非监督分类

杨 鑫

(成都理工大学遥感所, 成都 610059)

摘要: 从遥感图像分类原理、分类过程、分类方法等来探讨监督分类与非监督分类方法的区别与联系, 并通过 ERDAS IMAGINE 对四川省某县 TM 图像进行监督分类和非监督分类的比较。

关键词: 影像分类; 监督分类; 非监督分类; 最大似然法; ISODATE

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0995 (2008) 03-0251-04

图像分类的目的是将图像中每个像元根据其在不同波段的光谱亮度、空间结构特征或者其他信息, 按照某种规则或算法划分为不同的类别(赵英时. 遥感应用分析原理与方法)。最简单的分类是只利用不同波段的光谱亮度值进行单像元自动分类。另一种则不仅考虑像元的光谱亮度值, 还利用像元和其周围像元之间的空间关系, 如图像纹理、特征大小、形状、方向性、复杂性和结构对像元进行分类。因此, 它比单纯的单像元光谱分类复杂, 且计算量也大。对于多时段的图像, 时间变化引起的光谱及空间特征的变化也是非常有用的信息。另外, 在分类中, 也经常利用一些来自地理信息系统或其他来源的辅助层, 比如在对城市土地利用分类中, 往往会参考城市规划图、城市人口密度图等等, 以便于更精确地区分居住区和商业区。

此外, 可以根据分类过程中人工参与程度分为监督分类和非监督分类以及两者结合的混合分类等。在实际分类中, 并不存在一个单一“正确”的分类形式, 选择哪种方法取决于图像的特征、应用要求和能利用的计算机软硬件环境。

伴随着“数字地球”概念的提出, 越来越多的民用场合需要用到遥感图像, 而利用目的不同, 对遥感图像处理则提出了不同的要求, 所以图像分类也就显得尤为重要。最常用的遥感图像分类方法主要是监督分类和非监督分类。两种方法有区别、有联系、各有优、缺点, 在实际应用效果上, 有相同和不相同的地方。

1 监督分类

监督分类, 又称训练分类, 即用被确认类别的样本像元去识别其他未知类别像元的过程。已被确认类别的样本像元是指那些位于训练区的像元。在这种分类中, 分析者在图像上对每一类别选取一定数量的训练区, 通过计算, 将每个像元和训练样本作比较, 按照不同规则划分到和其最相似的样本类。主要步骤包括: ①选择特征波段; ②选择训练区; ③选择或构造训练分类器; ④对分类精度进行评价。监督分类常用的算法有最小距离分类、马氏距离分类、Parallelepiped、神经网络分类、模糊分类、Fisher 判别分类, 最大似然法等方法。最大似然法是监督分类中最常用的方法。

1.1 最大似然法

最大似然法分类也称为贝叶斯(Bayes)分类, 是基于图像统计的监督分类法, 是典型的和应用最广的监督分类方法。它建立在 Bayes 准则的基础上, 偏重于集群分布的统计特性, 并假定训练样本数据在光谱空间服从高斯正态分布。用最大似然法分类, 具体分为三步: 首先确定各类的训练样本, 再根据训练样本计算各类的统计特征值, 建立分类判别函数, 最后逐点扫描影像各像元, 将像元特征向量代入判别函数求出其属于各类的概率, 将待判断像元归属于判别函数概率最大的一组。该分类法错误最小精度高, 是较好的一种分类方法。不足的是传统的人工采样方法工作量大, 效率低, 加上人为误差的干扰, 使得

收稿日期: 2008-03-06

作者简介: 杨鑫(1984—), 男, 宁夏中卫人, 成都理工大学地球科学院在读硕士生, 研究方向, 3S 技术与数字国土

分类结果的精度较差。利用 GIS 数据来辅助最大似然法分类，可以提高分类精度，通过建立知识库指导分类的进行，可以减少分类的错误，这是提高最大似然法分类的精度有效途。

最大似然法分类公式：

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \ln(|Cov_c|)] - [0.5(x - M_c)^T (Cov_c^{-1})(x - M_c)]$$

其中：

D：加权距离（可能性）； c：某一特征类型； X：像素的测量矢量；

M_c ：类型C的样本平均矢量；

a_c ：任一像素属于类型c的百分概率(缺省为1.0，或根据先验知识输入)；

Cov_c ：类型C的样本中的像素的协方差矩阵； $|Cov_c|$ ： Cov_c 的行列式；

Cov_c^{-1} ： Cov_c 的逆矩阵； $\ln$ ：自然对数函数； T：转置函数

分类步骤：

1) 确定需要分类的地区、使用的波段和特征分类数，检查所用各波段或特征分量的位置是否已经相互配准；

2) 根据已掌握典型地区的地面情况，在图像上选择训练区；

3) 根据选出的各类训练区的图像数据，计算 M_c 和 Cov_c ，确定先验概率 a_c ；

4) 分类，将训练区以外的图像像元逐个逐类地代入公式，对于每个像元，分几类就计算几次，最后比较大小，选择最大值得出类别；

5) 产生分类图，给每一类规定一个值，如分10类，就为1, 2, ..., 10，分类后的像元值用类别值替代，最后得到分类专题图像，因最大灰阶值等于类别数，在监视器上显示时需要给各类加上不同彩色；

6) 检验结果，如分类中错误较多，需重新选择训练区再走以上各步，直到结果满意为止。

方法的优点是，对符合正态分布的样本 / 聚类组，是分类中较准确的分类器，因为考虑的因素较多；与Mahalanobis距离一样，通过协方差矩阵考虑了类型内部的变化。缺点是扩展后的等式计算量较大，当输入波段增加时，计算时间相应增加。最大似然要求每一输入波段必须符合正态分布，如果在聚类组或训练样本中的像素分布较分散，则模板的协方差矩阵中会出现大值。

1.2 监督分类的优缺点

1) 监督分类的主要优点：①可根据应用目的和区域，有选择地决定分类类别，避免出现一些不必要的类别；②可控制训练样本的选择；③可通过检查来决定训练样本是否被精确分类，从而避免分类中的严重错误；④避免了非监督分类中对光滑集群组的重新归类。

2) 监督分类的缺点：①由于人为因素，分类系统的确定、训练样本的选择，分析定义的类别也许并不是图像中存在的自然类别，致多维数据空间中各类别间并非独一无二，而是有重叠，分析者所选择的训练样本也可能并不代表图像中的真实情形；②由于图像中同一类的光谱差异，如同一森林类，由于森林密度、年龄、阴影等的差异，其森林类的内部方差大，造成训练样本没有很好的代表性；③ 训练样本的选取和评估需要花费较多的人力和时间；④只能识别训练样本中所定义的类别，若某类别由于训练者不知道或者其数量太少未被定义，则监督分类不能被识别。

2 非监督分类

非监督分类（unsupervised），也称为聚类分析或点群分析。即在多光谱图像中搜寻、定义其自然相似光谱集群组的过程。非监督分类不需要人工选择训练样本，仅需极少的人工初始输入，计算机按照一定规则自动地根据像元光谱或空间等特征组成集群组，然后分析者将每个组和参考数据比较，将其划分到某一类别中去。它主要有：k平均分类(K_means)、ISODATA算法。

2.1 ISODATA 算法

ISODATA 算法是利用合并和分开的一种著名的聚类方法。它从样本平均迭代来确定聚类的中心,在每一次迭代时,首先在不改变类别数目的前提下改变分类。然后将样本平均矢量之差小于某一指定阈值的类别对合并起来,或根据样本协方差矩阵来决定其分裂与否。主要环节是聚类、集群分裂和集群合并等处理。

ISODATA 算法是个循环过程,其初始的集群组是随机地在整幅图像的特征空间选择 $C_{\max}$, 基本的步骤为: ①初始随机的选择 $C_{\max}$ 中心; ②计算其他像元离这些中心的距离,按照最小距离规则划分到其对应的集群中; ③重新计算每个集群的均值,按照前面定义的参数合并或分开集群组; ④重复②和③,直到达到最大不变像元百分比,或者最长运转时间。

经过 ISODATA 算法得到的集群组只是一些自然光谱组,需要分析者将每个集群组归到其对应的类别中,这个过程通常需要参考其他的图。有时一些自然组可能是混合的,不一定会对应于一个类别,因此在实际应用中,经过 ISODATA 算法得到的图,分析者将一些易于识别的组归类后,做成一个黑白掩膜图像,用到原图像中,过滤掉归类的部分,留下难以归类的图像,对这个残余图像重新运行 ISODATA 算法,直到所有的集群组都能归类。

2.2 非监督分类的优缺点

1) 和监督分类相比,主要优点表现在: ①不需要预先对所要分类的区域有广泛的了解和熟悉,但分析者仍需要一定的知识来解释分类得到的集群组; ②人为误差的机会减少,所产生的类别比监督分类的更均质; ③独特的、覆盖量小的类别均能够被识别,而不会像监督分类那样被分析者的失误所丢失。

2) 主要缺点是来自对其“自然”的依赖性: ①所产生的光谱集群组并不一定对应于分析者想要的类别,因此分析者面临着如何将它们和想要的类别相匹配的问题,实际上几乎很少有一对一的对应关系; ②分析者较难对产生的类别进行控制,因此其产生的类别也许并不能让分析者满意; ③图像中各类别的光谱特征会随时间、地形等变化,不同图像以及不同时段图像之间的光谱集群组无法保持其连续性,从而使不同图像之间的对比变得困难。

3 应用实例

以四川某县为例,分别实践监督分类和非监督分类,以更好的说明两者的区别和相似处。

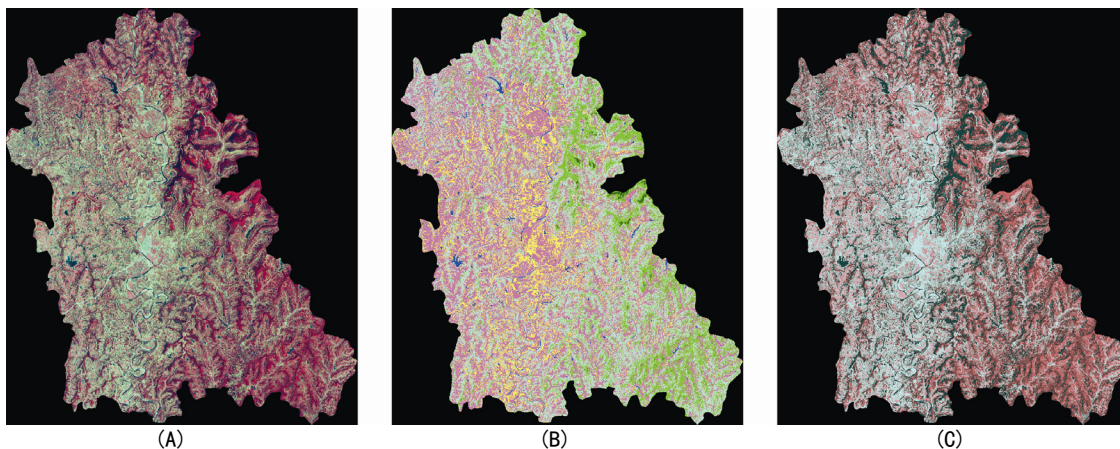


图1 A 为原始 TM 图像; B 为监督分类后的图像; C 为非监督分类后的图像

该县为国家级杂交水稻种植县,在 TM 图像中可以清晰看到,该县大部分为水田。利用 ERDAS IMAGINE 实行监督分类和非监督分类,参考图 2,结合 TM 图像和监督分类标准,可清晰的看到,监督分类可以精确的对 TM 图像进行解译,选择的样本类别越多解译的越精确,样本类别少,可能有些类别无法解译出来。非监督分类分类的图像和原始 TM 图像相似度高,更均质,而且分类操作简便,但是分析者要面临着如何将它们和想要的类别相匹配的问题。



Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	水田	Yellow	1.000	0.000	1.000	113	58	3492	1.000	X	X	X	X	
2	旱地	Red	1.000	1.000	0.000	123	115	1654	1.000	X	X	X	X	
3	水塘	Blue	0.000	0.000	1.000	43	145	3991	1.000	X	X	X	X	
4	灌木林	Green	0.000	0.392	0.000	22	157	796	1.000	X	X	X	X	
5	有林地1	Light Green	0.000	1.000	0.000	21	167	6100	1.000	X	X	X	X	
6	疏林地	Light Green	0.498	1.000	0.831	23	259	8674	1.000	X	X	X	X	
7	有林地	Light Green	0.000	1.000	0.000	21	264	6181	1.000	X	X	X	X	

图 2 监督分类标准

4 结 论

遥感影像的监督分类与非监督分类的理论、分类过程以及具体方法都不相同，在分类思路上有着本质的差别。因此，在影像分类中，这两种方法并不能够完全割裂开来，具体选择哪种方法取决于图像的特征、应用要求和所利用的计算机软硬件环境，根据实际的需要，合理科学灵活的运用这两种方法，必要的时可混合使用两种方法，使影像分类达到预期的目的。

参考文献：

[1] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法 [M]. 北京：科技出版社，2003.
[2] 党安荣，王晓栋，陈晓峰，张建宝. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法 [M]. 北京：清华大学出版社，2003.
[3] 赵春霞，钱乐祥. 遥感影像监督分类与非监督分类的比较 [J]. 河南大学学报，2004，34（3）：90～94.
[4] 潘建刚，赵文吉，官辉力. 遥感图像分类方法的研究 [J]. 首都师范大学学报，2004，25（3）：86～91.
[5] 梅安新，彭望碌，秦其明，刘慧平. 遥感导论 [M]. 北京：高等教育出版社，2005，5.
[6] 赵冬泉，党安荣，陈吉宁. 监督分类方法在图片资料专题信息提取中的应用研究 [J]. 北京：测绘通报，2006，（11）：32～34.

An Elementary Introduction to Supervised and Unsupervised Classification of Remote Sensing Image

YANG Xin

(Institute of RS & GIS, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059)

Abstract: This paper deals with the differences and relations between supervised classification methods and unsupervised ones by means of analyzing their principles, methodology and processes and so forth. Meanwhile we compare supervised techniques with unsupervised ones with the classification results on TM image of a county in Sichuan Province under ERDAS IMAGINE platform.

Key words: image classification; supervised classification; unsupervised classification; maximum likelihood method;