

文章编号:1671-8860(2005)02-0131-04

文献标志码:A

多时相组合分类法在土地利用动态监测中的应用

张 红¹ 舒 宁¹ 刘 刚²

(1 武汉大学遥感信息工程学院,武汉市珞喻路129号,430079)

(2 华中农业大学园艺林学学院,武汉市狮子山街1号,430070)

摘要:介绍了土地利用遥感动态监测的基本概念,简述了遥感土地利用变化信息提取等遥感监测方法,重点探讨了多时相组合分类方法的相关技术。对广西2002年和2003年两个时相的MODIS数据,采用多时相直接分类法对土地利用变化状况进行了遥感动态监测。对不同方式波段组合的试验表明,经过差值、比值处理的波段组合具有较差的试验效果(总体精度只有30%~40%),而经过PCA变换的波段组合则具有相对较好的试验效果(总体精度超过70%)。

关键词:土地利用动态监测;监测方法;多时相组合法

中图法分类号:P237.9; P273

土地利用遥感监测就是通过量化多时相遥感图像时间域、空间域、光谱域的耦合特征,以获得区域土地利用变化的类型、位置和数量等内容^[1]。通常,土地利用遥感监测方法基本上可以分为逐个像元比较法(pixel-to-pixel comparison)和分类后比较法(post-classification comparison)两种。第一种方法的优点是首先确定了土地利用变化的位置,因此缩小了分类范围,提高了监测速度,同时也避免了分类进程中引入虚假的变化类型。其缺点是会产生大量的虚假变化,如不同的原始像元灰度值在进行直接的线性变换比较时,会产生相同的结果灰度值,从而导致误分和错分现象,降低了变化监测的精度^[2]。第二种方法可以回避前一种方法所要求的影像系列成像条件基本一致的条件及影像间辐射校正、匹配等问题,但其缺点是要求每次单独分类的结果精度高。这种方法要取得令人满意的结果,必须选择合适的分类方法来提高分类精度,而这是遥感分类研究所要解决的问题^[1,3]。

一些研究者使用了将两者相结合的方法。如Pilon等^[4]提出了一种改善的分类方法,先利用逐像元比较法来过滤掉那些没有发生变化的像元,然后再对发生变化的像元采取分类后比较法来获

取变化的类别信息;Yuan等^[5]在对美国华盛顿特区的土地覆盖变化监测研究中分别使用了逐像元比较法和分类后比较法,然后再进行交叉验证,只有这两种方法均指示变化,才输出“变化”及其类型;否则,输出“无变化”。可以看出,这些方法仍未消除分类后比较法所带来的缺陷^[6,7]。

1 多时相直接分类法的提出

鉴于传统变化监测方法存在的缺陷,本研究尝试了一种对强制性组合后的多时相遥感数据进行分类的方法——多时相直接分类法,以改善遥感土地利用的动态监测效果。该方法的基本原理是:在两个不同时相的遥感数据中,若土地利用/土地覆盖没有发生变化,则同一地面对应具有相同的地面目标。在此基础上,组合图像相同的地物将反映出相似的光谱特征,从而保证了组合图像的光谱稳定性。但当两个数据存在较大的差异时,受实际土地利用/土地覆盖变化的影响,两时相数据在相同位置处将对应不同的地面目标,导致光谱特征的不一致,使得该处的组合图像出现光谱突变(变异),并与周围地物在光谱上失去协调性,从而可以监测出变化信息。具体思路是:先将多

收稿日期:2004-11-15。

项目来源:国家重大基础研究前期研究专项基金资助项目(2001CCC00100);国家自然科学基金资助项目(50409008);武汉大学人才专项经费资助项目(502273106)。

时相遥感数据进行组合,然后再对该包含了多时相信息的图像进行监督或非监督分类,以减少夸大变化的程度,获取较为准确可靠的变化监测结果。下面以广西为例,说明该方法的具体应用过程。

2 多时相直接分类法的应用

2.1 研究区及试验数据

本研究所使用的两个时相的遥感图像数据由武汉大学 MODIS 卫星数据地面接收站提供,成像时间分别为 2002 年 10 月 9 日和 2003 年 11 月 30 日。将经过数字化后的广西行政边界作为掩模,裁剪出广西的 MODIS 卫星数据。

2.2 几种不同波段组合方法

将裁剪出的广西 MODIS 图像进行前期预处理,主要包括 3 个预处理过程:① 对这两个时相的数据进行归一化处理;② 将 MODIS 的第 3、4、5 波段进行重采样后,其地面分辨率由原来的 500 m 提高到 250 m,以便与第 1、2 波段具有相同的分辨率;③ 对两个时相的数据进行配准,采用二次多项式进行拟合。

对于经过预处理后的两个时相的遥感图像,可以用下列矢量方式来加以描述:

$$\text{MODIS}_{2002} = [x_{02-1}, x_{02-2}, x_{02-3}, x_{02-4}, x_{02-5}]$$

$$\text{MODIS}_{2003} = [x_{03-1}, x_{03-2}, x_{03-3}, x_{03-4}, x_{03-5}]$$

式中, x_{02-1} 是指 2002 年 10 月 9 日的 MODIS 图像的第 1 波段的亮度值,其余类推。

将这两个矢量组合成一个新的矢量:

$$\text{MODIS}_{02+03} = [x_{02-1}, x_{02-2}, x_{02-3}, x_{02-4}, x_{02-5}, x_{03-1}, x_{03-2}, x_{03-3}, x_{03-4}, x_{03-5}]$$

这样, MODIS_{02+03} 就是具有 10 个波段的多时相信息图像。

为了能有所比较,本研究共使用了 4 种不同的波段组合来进行监督分类,这几种波段组合均是遥感变化监测研究中经常被使用到的。

1) 差值组合图像。分波段、逐像元地用 2002 年 MODIS 第 1~5 个 波段的灰度值分别减去 2003 年相应波段的灰度值,得到一幅含有 5 个波段的差值图像。

2) 比值组合图像。分波段、逐像元地用 2002 年 MODIS 第 1 至 5 个 波段的灰度值分别除以 2003 年相应波段的灰度值,得到一幅含有 5 个波段的比值图像。

3) K-T 组分差值组合图像。对两个时相的 MODIS 数据作 K-T 变换,分别得到 2003 年和

2002 年的 K-T 组分波段——亮度组分 (B_{2002} 和 B_{2003})、绿度组分 (G_{2002} 和 G_{2003})、湿度组分 (W_{2002} 和 W_{2003})。然后按组分进行相减,得到一幅含有 3 个波段的 K-T 组分差值图像: $\Delta B (= B_{2003} - B_{2002})$, $\Delta G (= G_{2003} - G_{2002})$, $\Delta W (= W_{2003} - W_{2002})$ 。

4) PCA 主分量组合图像。将两个时相的 MODIS 数据组合后,再进行 PCA 分析,得到了 10 个 PCA 主分量:

$$\text{PCA}_{02+03} = [\text{PCA}_1, \text{PCA}_2, \text{PCA}_3, \text{PCA}_4, \text{PCA}_5, \text{PCA}_6, \text{PCA}_7, \text{PCA}_8, \text{PCA}_9, \text{PCA}_{10}]$$

这样, MODIS_{02+03} 就成为一个具有 10 个波段、包含多时相信息的新图像。通过对各 PCA 主分量进行统计分析发现,最后 5 个 PCA 主分量所含的信息量极少,只代表了一些随机变化。因此,只选择了前 5 个 PCA 主分量作为分类数据,而且从信息量的角度,这 5 个组分已经包含了原始图像信息量的 99.15%。

2.3 对组合图像的分类、变化监测

对组合图像进行非监督分类,以初步确定研究区土地利用变化的光谱类型。本研究使用的非监督分类法是 ISODATA 方法,通过非监督分类,最终得到了 20 个光谱类别。但这些光谱类别只是按各光谱波段的空间分布特征被加以区分的“点群”,其对应于地面实际的利用变化状况的意义尚未明确,这就需要对各个光谱类别的属性加以确定,这也是变化监测的关键步骤。

确定光谱类别属性的步骤如下:① 叠加显示非监督分类图像、2002 年和 2003 年第 1、2、4 波段假彩色合成的 MODIS 图像,以及数字化并经过配准的研究区 1998 年 1:65 万土地利用现状图;② 利用 ENVI 软件提供的动态链接功能将上述所有图像进行链接,使其能显示完全相同的地理区域;③ 按照顺序采用分层显示的方法,通过改变图像的透明属性值来依次单独显示每一种光谱类别;④ 以鼠标交互式划定发生变化的土地利用训练区,采用 ENVI 的波谱角法进行监督分类;⑤ 结合土地利用图来获得该光谱类别实际的地面覆盖涵义。由于受 MODIS 数据本身的分辨率和现有的土地利用现状图的比例尺所限,将这 20 个非监督光谱类别进行合并,最终将整个区域的土地利用/土地覆盖类型以及变化类型划分为六类:林地、耕地、未利用地(包括裸岩、砂地、滩涂等)、居民地、水域 5 种基本未变化类型和 1 种变化类型:林地变耕地。由于采用的数据是 2002 年和 2003 年的 MODIS 图像,时间间隔较短,同时两幅图像的成像季节又很相近,所以本次监测过

程中只提取出一种变化类型。

2.4 变化监测后处理

对确定的变化及未变化土地利用类型,通过

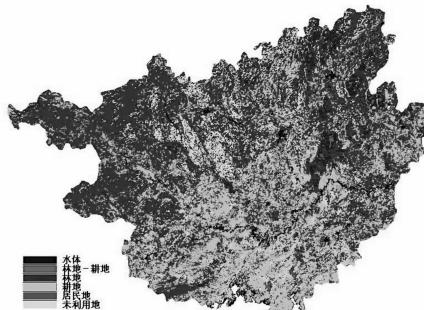


图 1 差值组合方式监测结果

Fig. 1 Monitoring Result of Subtracting Image

聚类统计去除较细碎的分类图斑,就可得到最终的变化监测结果,如图 1~图 4 所示。

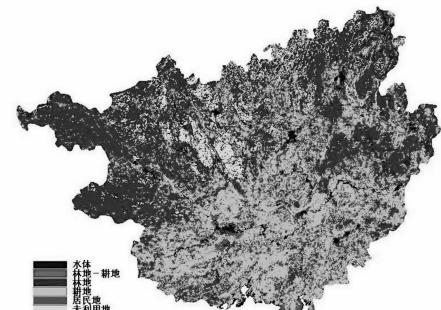


图 2 比值组合方式监测结果

Fig. 2 Monitoring Result of Ratio Image

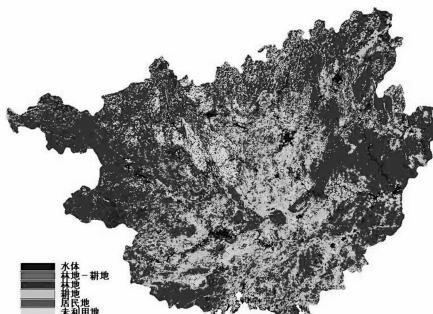


图 3 K-T 组分差值组合方式监测结果

Fig. 3 Monitoring Results of K-T Composed Images

不同波段组合分类的试验表明,经过差值、比值处理的组合图像,具有较差的监测效果;而较好地保留原始信息的波段组合 PCA 组分波段,则具有相对较好的变化监测效果。

本次遥感动态监测研究显示,广西在 2002 年~2003 年间的土地利用变化不是很明显,但仍可看到一些土地利用变化,如林地减少等,这也说明森林资源保护、退耕还林等生态保护措施的迫切性。

通过对非监督分类的目视判读,并参考土地利用现状图,选取了 100 个验证区,分别对上述 4 种多时相组合波段的变化监测结果进行验证,得出了各自的混淆矩阵。根据这些混淆矩阵,分别计算出每一种分类结果的总体精度、Kappa 值(表 1)。从表 1 可以发现,差值、比值、K-T 变换 3 种波段组合方式具有较差的变化监测精度,说明经过差值和比值处理后,丢失了较多的原始信息,从而限制了分类及类别判定的准确性。差值组合图像的精度为 35.6%,比值图像的精度为 42.0%。而对于 K-T 变换后得到的差值波段

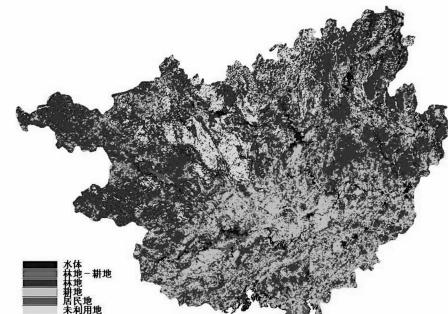


图 4 PCA 组分组合方式监测结果

Fig. 4 Monitoring Results of PCA Composed Multi-temporal Image

图像,由于方法本身的适用性限制,最后的监测精

表 1 各种组合波段分类的精度评价结果

Tab. 1 Evaluation of the Precision for Different Composed Multi-temporal Images

	差值波段 (5 bands)	比值波段 (5 bands)	PCA 主分量 (PCA1-5)	K-T 变换 值波段
精度/%	35.6	42.0	76.8	63.5
Kappa 值	0.346	0.394	0.769	0.579

度也不是很理想,只有 63.5%。PCA 变换由于最大地保留了原始信息,并取其中的前 5 个组分后,得到的监测精度高达 76.8%,就单时相遥感图像的分类来说,这种分类监测精度只相当于中等水平。但若从多时相图像的角度来看,尤其对于广西这种多山的地区,这种分类监测精度已经相对比较好了。由于没有实地调查资料,仅从 1998 年的 1:65 万的土地利用现状图中选取训练区和验证区,由于各种误差和精度限制,也在一定程度上影响了变化监测的精度。

3 结语

考虑到传统动态监测方法存在的一些缺陷,本研究尝试使用了对组合图像进行交互式监督分类的多时相直接分类方法。这种方法不仅可以直接获得变化类型及其数量,而且可以避免分类后比较法对变化结果的夸大。但不足之处是需要通过大量的人工参与来确定研究区已经发生的土地利用变化种类,而这是较为繁琐的,有时甚至不得不反复比较,才能最终加以确定。

参考文献

- 1 沙志刚. 数字遥感土地利用动态监测中的应用概述. 国土资源遥感, 1999(2): 7~11
- 2 范海生, 马蔼乃, 李京. 采用图像差值法提取土地利用变化信息方法——以攀枝花市为例. 遥感学报, 2001, 5(1): 75~80
- 3 甘甫平, 王润生, 王永江, 等. 基于遥感技术的土地利

- 用与土地覆盖的分类方法. 国土资源遥感, 1999(4): 40~45
- 4 Pilon P G, Howarth P J, Bullock R A. Anenhanced Classification Approach to Change Detection in Semi-arid Environment. Photogramm. Eng. Remote Sensing, 1988, 54: 1 709~1 716
- 5 Yuan D, Elvidge C D. NALC Land Cover Change Detection Pilot Study: Washington D C. Area Experiments. Remote Sensing of Environment, 1998, 66: 166~178
- 6 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51(6): 553~557
- 7 张炳智, 张继贤, 张丽. 土地利用动态遥感监测中多源遥感影像融合方法比较研究. 测绘科学, 2000, 25(3): 46~50

第一作者简介:张红,博士生。现从事遥感图像处理及应用研究。
E-mail: hongzhangwh@163.com

Application of Multitemporal Composition and Classification to Land Use Change Detection

ZHANG Hong¹ SHU Ning¹ LIU Gang²

(1) School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China
(2) College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agriculture University, 1 Shizishan Street, Wuhan 430070, China)

Abstract: This paper discusses the situation of digital remote sensing techniques which has been applied to monitor the land use dynamic change, and introduces the notion of land use dynamic monitoring by remote sensing. The land use change in Guangxi province in 2002 and 2003 is detected by using direct classification of composed multi-temporal MODIS images. The results show PCA bands can well inherit the original images to achieve better accuracy.

Key words: land use monitoring; change detection; multi-temporal composition

About the first author: ZHANG Hong, Ph. D candidate, majors in remote sensing image processing.

E-mail: hongzhangwh@163.com

(责任编辑: 晓平)

欢迎订阅 2005 年《地球空间信息科学学报(英文版)》

《地球空间信息科学学报》为我国惟一的英文版测绘专业学术期刊。其宗旨是:立足国内,面向国际,通过发表具有创新性和重大研究价值的测绘理论成果,促进国内外学术交流。本刊内容包括综述和展望、学术论文和研究报告、本领域重大科技新闻等,涉及测绘研究的主要方面,尤其是数字摄影测量与遥感、全球定位系统、地理信息系统及其集成等。收录本刊的数据库包括 CAS、PKU 等,读者对象为测绘及相关专业科研人员、教师、研究生等。

本刊为季刊,国内外公开发行。自 2005 年起,本刊改为邮局发行,邮发代号:38-348,国外代号:Q1556。A4 开本,80 面,定价 10 元/册,逢季末月 5 日出版。漏订的读者可与编辑部联系补订。