

GIS 辅助下的图斑地类识别方法研究 ——以土地利用动态监测为例

程昌秀 严泰来 朱德海

(中国农业大学资源与环境学院)

摘要 针对土地利用动态监测存在的问题,探索了充分利用了 GIS 中地块边界的信息,提取出标准地类地块边界内的灰度特征、纹理特征和形态特征,提出基于这些特征建立相应的决策树和判决规则。对于任一待测地块可利用提取的特征信息通过距离判别法判断其所属地类。这种 GIS 辅助下的图斑地类新识别方法的准确率较高,也是将遥感影像与地理信息结合起来的一种有效的手段。

关键词 土地利用动态监测; GIS 与 RS 一体化; 土地利用与覆盖变化; 灰度共生矩阵

中图分类号 F301.2; TP79

The Method of Polygon Land Use Identify Supported by GIS

——A Case Study for Dynamic Monitoring and Using

Cheng Changxiu Yan Tailai Zhu Dehai

(College of Natural Resources and Environmental Science, CAU)

Abstract This paper describes how to make full use of vector boundary information of GIS, and abstracted standard land type's gray character, texture character, and shape character within boundary of polygon. Based on these features, the decision making tree and regulation were built. Then to any test polygon the land type can be identified based on its abstracted characters with the help of Distance Discriminate Analysis. This approach has higher nicety rate than other approaches. It is an effective approach to integrate geographical information and RS image information.

Key words land dynamic monitor; GIS & RS integration; land use & cover change; gray level concurrence matrix

3S 土地利用动态监测是利用高新技术研究土地的现状及其变化趋势的一种手段,因此高效地查出利用类型发生变更的地块是土地利用动态监测工作的关键。目前,变更地块的识别工作基本上是将现势的遥感图像与前一时相的地块矢量数据叠置显示,并通过人机交互判读的方式加以识别^[1-5]。这种判读方式对判读人员的要求高,存在着判读结果因人而异,判读工作量大、速度慢等不足。因此期待实现识别变更地块的自动化。

1 研究综述

目前,在土地利用与覆盖变化(LUCC)分类研究中,绝大多数是单纯基于光谱信息统计模

收稿日期: 2001-01-03

程昌秀,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

式的算法,如:监督分类与非监督分类;虽然它们可以有效开发光谱数据内容,但它们的信息来源较为单一(只有遥感影像的光谱信息)^[6]。近10年来为了丰富特征信息的来源,国内外开始了基于知识和GIS的分类研究,这种技术一般是以传统的遥感影像分类结果作为初始值,再利用辅助的地理数据和知识库进行不精确的推理,最后确定像素所属类别^[6,7]。基于知识和GIS的分类虽然丰富了判类特征信息的来源,但是对于分辨率高、纹理粗糙的影像,这种方法的分类结果并不比传统的遥感影像分类效果好。因为它们分类的基本单位是某像素或某像素周围 $n \times n$ (n 一般为5)的窗口,以下简称“像素单元”。这种以像素单元为单位的分类方法存在如下缺点:它过于着眼于局部而忽略了附近整片图斑的纹理情况;不能有效地排除图斑外像素对识别的干扰;限制了对于大统计量才有效的指标的应用。这些不足严重影响了图像分类的准确性。

土地利用动态监测面临的实际情况与一般的遥感监测有所不同:土地利用动态监测的实施单位通常具有前一时相的土地利用状况矢量数据。在这一特定的数据背景下,使用现势的高分辨率的遥感数据图像和前一时相的矢量数据,开发图像处理与判读技术,定位定量地自动判定这种土地利用变更状况,制作土地利用变更图件,是遥感技术应用于国土资源管理的一个研究课题。其中,“变更地块的自动判读”是此课题进一步展开的基础。变更地块表现形式多样,变更情况也非常复杂;对于这种无规律可循的变更地块判读的研究,要将其转化为具有内在规律的标准地类判读的研究。如:对于任一地块,利用遥感的影像特征判断其所属的标准地类,若不属于任一标准地类(为多种地类的组合),则为变更地块;否则对比影像判读结果与原属性数据库中的图斑地类属性是否相符,若不相符,则为变更地块。本文针对此课题中的标准地类判读,提出了一套在GIS辅助下的图斑地类识别方法,即:将现势的遥感影像与前一时相的土地利用现状矢量数据做配准与叠加;再以图斑为单位提取出整个图斑的灰度特征、纹理特征、形态特征^[8]等多种指标进行判别。这种技术即丰富了判别特征信息的来源,同时也符合土地利用动态监测中以“图斑”为最小研究单元的需求。

2 GIS辅助下的图斑的特征提取

所谓的GIS辅助下的图斑特征提取就是在遥感影像与矢量数据配准叠置的情况下充分利用矢量的地块边界,提取出地块边界内的像元灰阶信息;基于这些灰阶信息可以统计出图斑的灰度特征,对压缩灰阶信息并统计灰度关于方向、相邻间隔、变化幅度的综合信息反映图斑的纹理特征,基于图斑的矢量边界坐标,可统计出图斑的形态特征。

2.1 灰度特征提取

根据采集到的各地类(块)内像素的灰阶数据,统计各波段灰度特征值(最值、均值、方差)、直方图分布及各波段灰度特征值之比等灰度特征。灰度特征基本可以描述大部分的地类(块)信息,但是有些地类(如:水浇地和果园、农村居民点和独立工矿用地)灰度值非常相似,而纹理信息有所不同。因此,对于特殊地类我们还要提取其纹理特征。

2.2 基于共生矩阵的纹理特征的提取

对于纹理特征,我们采用灰度共生矩阵。灰度共生矩阵能反映影像灰度关于方向、相邻间隔、变化幅度的综合信息,它是分析影像的局部模式和排列规则的基础。在灰阶为 N_g 、范围为 $L_x \times L_y$ 的影像区域内,2个相距为 d ,方向为 θ 的像素点在图中出现的概率为灰度共生矩阵,

记为:

$$P(i, j, d, \theta) = \# \{ [(k, l), (m, n)] \mid (L_x \times L_y) \times (L_x \times L_y) / d, \theta(k, l) = i, (m, n) = j \}; \quad (1)$$

式(1)表示矩阵 $P(i, j, d, \theta)$ 第 i 行第 j 列元素的值是图像上满足如下 3 个条件的有序点对出现的概率: 点对 $(k, l), (m, n)$ 为图像 $L_x \times L_y$ 区域内的任意 2 点; 点对的直线距离为 d , 夹角为 θ (k, l) 点的灰阶为 i , (m, n) 点的灰阶为 j 。其中, $P(i, j, d, \theta)$ 中的 θ 可以分别在 $0^\circ; 45^\circ; 90^\circ; 135^\circ$ 方向取值。

对于粗纹理, 其灰度共生矩阵中的数值较大者集中于主对角线附近; 反之, 数值较大者散布在远离主对角线处。因此, 灰度共生矩阵可初步反映影像的纹理特征。从灰度共生矩阵中我们可提取如下纹理特征值:

角二阶矩 (ASM): ASM 反映纹理的粗细情况, 若纹理越粗, 则 ASM 值越大。

$$ASM = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} P(i, j)^2 \quad (2)$$

对比度 (CON): CON 反映灰度局部的变化情况, 若局部变化大时, CON 越大。

$$CON = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} (i - j)^2 P(i, j) \quad (3)$$

线性相关系数 (COR): COR 反映某种颜色沿某些方向的延伸长度, 若延伸的越长, 则 COR 越大。

$$COR = \left[\sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} ij P(i, j) - \mu_x \mu_y \right] / \sigma_x \sigma_y \quad (4)$$

$$\mu_x = \sum_{i=1}^{N_g} i \sum_{j=1}^{N_g} P(i, j); \quad \mu_y = \sum_{j=1}^{N_g} j \sum_{i=1}^{N_g} P(i, j);$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} (i - \mu_x)^2 \sum_{j=1}^{N_g} P(i, j); \quad \sigma_y^2 = \frac{1}{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} (j - \mu_y)^2 \sum_{i=1}^{N_g} P(i, j)$$

熵 (ENT): ENT 反映灰度共生矩阵的数值间的差别, 差别越大, 则 ENT 越大。在实验中当 $P(i, j) = 0$ 时, 由于式(6)的成立, 因此我们可将 ENT 视为 0。

$$ENT = - \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} P(i, j) \lg P(i, j) \quad (5)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} (x \lg x) = 0 \quad (6)$$

2.3 形态特征的提取

农村居民点和独立工矿用地在纹理特征上有一定的区别, 形态上也有差异。如: 独立工矿用地多呈矩形, 而农村居民点形状不规则。对于形态特征的描述我们可以利用面积周长比、转折度等特征^[9]来表达。

3 应用实例

试验区为华北平原 2 个乡镇, 总面积约为 162 km^2 。试验区涉及的地类较为丰富, 并有较强的代表性。针对试验区的特点, 结合实地考察结果, 确定在影像中待识别的土地利用的类别为: 水浇地、菜地、果园、独立工矿用地、农村居民点、坑塘水面 6 种。

3.1 试验的基础数据

本试验数据基础包括遥感影像和矢量数据, 遥感影像是 1999 年秋季 TM 3 个波段和印度卫星的全色波段经数据融合、彩色合成的几何分辨率为 5.8 m 的彩色影像, 矢量及其属性数据为 1999 年底的县级土地利用现状数据。

3.2 找出各地类的若干标准训练样本

将遥感图像与矢量数据在 Envi 做配准, 精度在 1 个像元以内; 将配准图像与矢量数据叠置显示在屏幕上。针对要判别的 6 种地类, 各找出 10~15 块标准地块做为训练样本。

3.3 提取标准地块边界内的灰度特征、纹理特特征和形态特征

采集标准地块矢量边界内的各像素 R, G, B 波段的灰度值。统计出各地类的各波段灰度特征值、直方图分布及各波段灰度特征值之比等灰度特征, 提取出各地类基于共生矩阵的角二阶矩、对比度、线性相关系数、熵等纹理特征, 计算出各地类地块的面积周长比形状特征; 这些特征为标准地类的信息。

3.4 构造决策树与判别规则

以训练样本及其特征为基础数据做聚类分析, 参考聚类结果我们构造的决策数如图 1 所示。在设计判别指标时, 我们先对当前级节点的所选指标做主成分分析^[10], 选前 n 个主成分(其累计贡献率 > 85%) 为判别指标。在地类 1、地类 2、地类 3 的判别中, 其第 1 主成分中表征颜色特征值的系数较高; 在水浇地、菜地、果园的判别中, 其第 1 主成分中表征纹理特征值的系数较高; 在农村居民点与独立工矿的判别中, 第 1 主成分中表征纹理和形态的特征值较高。

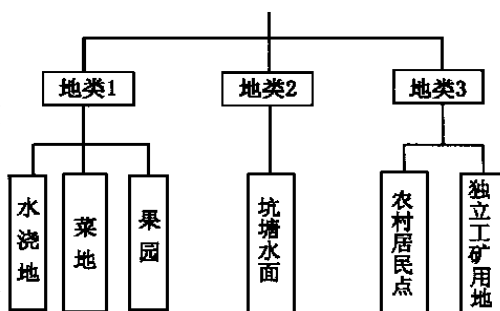


图 1 试验地类判决树

对于任一地块提取灰度特征、纹理特征和形状特征, 再以主成分分析的前 n 个主成分为分类指标, 以马氏距离判别法为判决函数从树顶开始逐级判别地块所属地类。

表 1 待测地块判读结果

| 标准地类 | 待测地块数 | 准确识别的地块数 | 准确率/% |
|--------|-------|----------|-------|
| 水浇地 | 40 | 37 | 92.5 |
| 菜地 | 16 | 14 | 87.5 |
| 果园 | 2 | 2 | 100.0 |
| 农村居民点 | 15 | 13 | 86.7 |
| 独立工矿用地 | 52 | 45 | 86.5 |
| 坑塘水面 | 16 | 16 | 100.0 |
| 总计 | 141 | 127 | 90.1 |

3.5 判别结果

选出某乡地类属性为以上 6 种地类的非训练样本的 141 块图斑, 并做 4 中的自动判读处理。将计算机判读结果与实地检查结果相比, 平均准确率为 90.1%。其中, 水体的可分性较好,

分类准确率高达 100%;但是由于菜地、农村居民点和独立工矿用地的可变异性较大,导致分辨率较低。为了更好地区分它们还需引入其他特征信息,尚待进一步研究。

4 结论与讨论

在 GIS 辅助下的遥感影像识别技术只提取图斑边界内的像素能有效地提高影像的识别精度。本试验的平均准确率 90.1%,高于不使用矢量数据的同类识别技术的准确率(最大值在 80%~85%之间^[9,11-13])。

GIS 辅助下的遥感影像识别技术通过位置关系将遥感图像与矢量数据有机地结合起来,丰富了判类中地理信息(如:坡度、是否靠近公路)等信息的来源,消除了判类中地理信息来源的瓶颈。

本试验的纹理特征提取是基于统计的方法实现的,这种方法只能从整体上大概描述纹理的粗细、灰度变化的情况,并不能清楚地描述纹理的走向。为了清楚地描述地物的纹理,拟采用其他提取纹理特征的方法,如:数字滤波技术、小波理论等等,尚待进一步研究。

本试验区(华北平原)的地块面积较大,但对于地块零碎的南方部分地区,这种方法的适用性尚需考证;另外,试验区的土地利用类型较为简单,没有草地等易与农田生产混淆的因素,因此,此方法尚需进一步完善。

参 考 文 献

- 1 李志中,杨清华,孙永军. 利用动态遥感技术监测太原市土地变更情况. 国土资源遥感, 1999, 41(3): 72~76
- 2 王晓栋,崔伟宏. 县级土地利用动态监测技术系统研究. 自然资源学报, 1999, 14(3): 265~269
- 3 张显峰,崔伟宏. 运用RS、GPS和GIS技术进行大比例尺土地利用动态监测的实验研究. 地理科学进展, 1999, 18(2): 137~146
- 4 Mendis W T G, Adikari B, Wadiganagwa A. Use of IRS imagery for updating 1:50 000 topographic maps. <http://pages.hotbot.com/edu/geoinformatics/Mendis.htm>.
- 5 Krishna N D R, Westinga E, Huizing H. Monitoring Land Cover Changes Using Geoinformatics in some communal lands of Zimbabwe. <http://pages.hotbot.com/edu/geoinformatics/Krishna.htm>.
- 6 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
- 7 术洪磊,毛赞猷. GIS辅助下的基于知识的遥感影像分类方法研究. 测绘学报, 1997, 26(4): 329~336
- 8 日本遥感研究会编,刘勇工,等译. 遥感精解. 北京:测绘出版社,1993
- 9 徐建华. 图像处理与分析. 北京:科学出版社,1992
- 10 裴鑫德. 多元统计分析及应用. 北京:北京农业大学出版社,1991
- 11 蔡艳. 基于卫星遥感图像纹理特征的云类识别方法及软件设计. 南京气象学院学报, 1999, (9): 328~336
- 12 Karathanassi V. A texture-based classification method for classifying built areas according to their density. NT. J Remote Sensing, 2000, 21(9): 1807~1823
- 13 王碧泉,陈祖荫. 模式识别. 北京:地震出版社,1989
- 14 边肇祺. 模式识别. 北京:清华大学出版社,2000