

基于 TM 影像的北京城乡结合部土地利用变化分析

王 浩, 胡吉平, 谭衢霖

(北京交通大学 土木建筑工程学院 北京 100044)

摘要: 利用遥感分类技术能够快速获取土地利用变化信息。基于 1996 年和 2006 年两时相的北京城乡结合部地区 TM 卫星影像数据, 采用监督分类和分类后处理方法, 对研究区 10 年间的土地利用变化情况进行了详细分析, 得到如下结论: 10 年间北京城南地区城乡结合部的各种土地利用类型之间相互转化, 并以耕地、林地和建设用地相互转化最为显著; 耕地和大范围水域面积较大幅度减少, 城市居民点及工矿用地和未利用土地面积大幅度地增加, 城乡结合部的范围在 10 年间从北向南进行了大范围地移动。

关键词: 遥感; 监督分类; 城乡结合部; 土地利用变化

中图分类号: TP75 文献标识码: B 文章编号: 1672-5867(2012)02-0046-04

Research on Land Use Change of Fringe Area in Beijing Based on Landsat TM Data

WANG Hao, HU Ji-ping, TAN Qu-lin

(School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Remote sensing classification can acquire the information of land use change rapidly. Based on the two phases of Landsat TM data of fringe area in Beijing in 1996 and 2006, supervised classification and post classification were used to analyze the land use change in the past 10 years. The results are as follows: land use type has changed in the past 10 years, particularly among cultivated land, forest land and construction land. The total areas of cultivated land and water were significantly reduced, and the urban areas, mining areas, rural residential areas and some types of unused land were enlarged to some extent. The fringe area changed from north to south on a large scale as a result.

Key words: remote sensing; supervised classification; fringe area; land use change

0 引言

随着经济和社会的快速发展, 北京已成为一个国际化大都市, 其城区与郊区都得到了快速的发展。城市化, 或称城镇化 (Urbanization), 指的是人口向城市集中的过程, 这一过程包含了社会、人口、空间和经济转换等多方面的内容。城市化是社会经济发展的必然结果, 也是社会经济发展的有机组成部分和有力的推动器。城市化除了表现在城市人口增长, 城市非农业人口比重增加以外, 城市空间区域的扩展也是一个重要的衡量指标^[1]。

城乡结合部作为连接城区与郊区的纽带, 具有城市与乡村的双重特点。随着城乡交互作用日益激烈, 城乡结合部的地域范围也处于不断变动中, 依靠原始统计方法已经难以收集到适时、准确的城乡结合部信息和数据,

因而也无法准确地表达城市土地利用格局的变化^[2-3]。

由于人口的增长和经济的发展, 在城乡结合部的土地利用中相继出现了一些如植被减少, 乱占耕地, 土地盐渍化、沙漠化, 环境质量下降等问题。如何利用现有技术, 实现土地利用/覆被的动态监测已经成为大家共同关注的问题。彭光雄等^[4]讨论了利用 TM 遥感影像进行城镇用地信息提取的原理以及城镇用地和其他类型用地的区别, 并对城镇用地与其他类型用地的光谱结构特征进行了分析; 刘芳^[5]等基于遥感与 GIS 技术, 结合多源遥感数据, 利用主成分分析法定量分析影响北京市农村居民点用地变化的驱动力, 可以对于农村的合理规划有一定作用; 杜军^[6]等基于 2000 年、2005 年 TM 影像获取的土地利用信息, 对城市建成区和靠近城市建成区边缘进行了区域生态风险分析, 得出由于城镇用地南北扩张和城郊

收稿日期: 2011-05-30

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40801121, 51078020); 中央高校基本科研业务费专项基金 (2009JBM 067) 资助

作者简介: 王浩 (1988-), 男, 北京人, 摄影测量与遥感专业硕士研究生, 主要研究方向为遥感图像处理与应用。

工矿企业发展的影响,生态风险强度的空间分布不均匀性增强且差异较大的结论。

利用影像进行土地利用信息提取能快速反映城市变化,可以为研究城市的土地利用变化情况提供快捷的信息来源。本文采用 1996 年和 2006 年两时相的北京丰台区 TM 卫星影像数据,结合 ERDAS 中的遥感影像监督分类的技术方法,对研究区 10 年间的土地利用变化情况进行了分析,得到了 10 年间本地区的土地利用变化情况,可以为北京南城地区的城市化进程研究提供一定参考。

1 数据处理方法

本次研究所采用的数据源包括北京市 1996 年和 2006 年的 TM 影像,1:50 000 北京市地形图,北京市行政区划图以及相关统计资料。首先对遥感数据进行了几何校正和裁剪等预处理,然后分别对 1996 年和 2006 年的 TM 影像进行监督分类。主要步骤包括定义分类模板,评价分类模板,进行监督分类,分类精度评估和分类后处理。

1.1 TM 遥感影像的预处理

对遥感数据的预处理包括地形图的配准、遥感影像纠正、遥感影像增强处理等工作^[7]。

本次研究所使用的 2006 年 TM 影像已经过辐射校正和几何校正,所以只需以此为依据对 1996 年的影像进行几何精校正即可。首先利用 ERDAS IMAGINE 9.2 软件对该影像进行了校正,校正时采用二次多项式变换模型、鼠标选取道路交叉点、河流拐弯点等特征点作为控制点的模式,利用最小邻近值算法对影像进行重采样。因为本研究主要进行土地利用类型的提取,所以采用经典的 4, 3 2 波段进行假彩色合成,以利于目视解译和监督分类。利用 ERDAS IMAGINE 9.2 系统模块对遥感影像进行增强处理,经试验比较选取线性拉伸的方法,影像达到较好的可视性。

由于城乡结合部是城乡交错地带,位于城市与乡村之间,所以根据北京南城地区的实际城乡分布结构分别初步确定出包含城乡结合部的部分(大部分在丰台区范围内)。结合丰台区的行政规划图(如图 1 所示),应用 ERDAS IMAGINE 9.2 影像处理软件的裁剪功能分别对 1996 年和 2006 年的遥感影像按照坐标进行裁剪,确定的研究区范围是北纬 39°44'45"~39°52'16",东经 116°03'43"~116°30'00"。

经过预处理后的遥感影像如图 2 和图 3 所示。

1.2 分类方法

对遥感影像上的地物信息提取之前首先需要对其进行分类。根据是否需要分类人员事先提供已知类别及其训练样本,对分类器进行训练和监督,可将遥感影像分类方法划分为监督分类和非监督分类。

监督分类^[7]又称训练区分类,是基于传统统计分析的分类方法。该方法在影像中提取各类训练样本,通过选择特征变量确定判别函数或判别规则,从而把影像中



图 1 丰台区的行政规划图
Fig. 1 Administrative planning map of Fengtai district



图 2 丰台地区 1996 年 TM 遥感影像图
Fig. 2 Landsat TM data of Fengtai area in 1996



图 3 丰台地区 2006 年 TM 遥感影像图
Fig. 3 Landsat TM data of Fengtai area in 2006

的各个像元划归到各个给定类型。监督分类法是目前遥感分类中应用较多、算法较为成熟的分类方法之一。

本次研究采用监督分类中的最大似然法,利用 ERDAS IMAGINE 9.2 软件进行分类和精度评价。最大似然法(MLC)即在两类或多类判决中,假定各类分布函数为正态分布,并选择训练区,用统计方法根据最大似然比贝叶斯判决准则法建立非线性判别函数集,计算各个待分类样区的归属概率,而进行分类的一种影像分类方法。通常在理论上可以将卫星遥感影像多波段数据的分布作为多维正态分布来构造判别分类函数,并且把离散的数据看成连续型,每一类的一维数据都在自己的数轴上形成一个正态分布,所以采用最大似然法进行分类可以得到较好的分类效果。

1.3 土地利用分类系统

土地利用是指人类依据土地资源的自然属性特点有目的地加以利用的实况。土地利用现状是土地资源自然和社会属性的反映。充分掌握土地资源现状,才能更好合理利用和开发土地资源。结合我国土地利用分类体系

表^[8] ,华北地区土地资料分类体系和华北地区陆地卫星 TM 假彩色数据土地资源类型及信息提取标志^[9] ,以及对丰台地区的实际调查情况 ,制定出针对本研究区域的土地利用分类系统(见表 1) 。其中根据本地区农用耕地的

实际情况 将耕地类别分为耕地 1 和耕地 2 。其中耕地 1 为水浇地 ,旱地和菜地等 ,耕地 2 为温室大棚地区 ,包括蔬菜大棚 ,花卉温室等。

表 1 北京丰台地区 TM 假彩色数据土地资源类型及信息提取标志

Tab.1 Land resource types and information extraction marks of TM false color data of Fengtai area

类型	含义	形态	色调	纹理
水域	天然形成或人工开挖的河流、主干渠及堤岸地	特征明显,有人工塑造痕迹	深蓝、浅蓝,色调均匀	结构均匀
林地	郁闭度 10% ~ 30% 的稀疏林地和未成林造地、迹地、苗圃及各类果园	边界自然圆滑但不规则,呈块状、不规则面状	深红色、暗红色、褐色,色调均匀	结构较粗糙
耕地 1	靠天然降水种植作物; 种植正常灌溉的旱作物; 种、轮作休闲地和轮歇地	几何特征较规则,呈大的斑块,且边界清晰	浅红、红褐色	结构较均匀,内有红色粒状纹理
耕地 2	温室大棚地区	几何特征较规则	粉色、淡粉色	结构较均匀
城乡居民点及工矿用地	县城以上的城镇用地和镇以下的居民点用地	特征明显,边界清晰	灰蓝、灰红、灰色,色调杂乱	结构粗糙
未利用土地	土质覆盖 植被覆盖度 < 5%	特征明显,边界清晰	灰白色,色调较均匀	结构均匀

2 精度评价与结果分析

2.1 分类精度评价

执行了监督分类之后 ,由于采用的是数学模型和先验知识进行的分类 ,其结果只是尽可能的接近自然性质 ,不可能完全符合事实 ,所以需要对其分类精度进行评估。下面采用误差矩阵来对实验结果进行精度评价。误差矩阵是一种描绘分类精度十分有效的方法 ,可以计算出每种类别精度的误判和漏判误差 ,并通过误差矩阵科学地得到遥感分类的总体精度和 Kappa 系数等评价指标。

表 2 监督分类精度评价

Tab.2 Precision evaluation of supervised classification

评价指标	生产者精度	用户精度	总精度	Kappa 系数
1996 年	83.808%	75.128%	79.468%	0.6172
2006 年	77.232%	86.250%	81.741%	0.7048

对分类后的影像进行精度评价时 ,各选取了 20 个参考点 ,结合分类误差矩阵 ,计算得到生产者精度、用户精度以及 Kappa 系数(见表 2)。

分类总精度与 Kappa 系数的区别在于总精度只用到了位于对角线上像素数量 ,Kappa 则既考虑了对角线上被正确分类的像素 ,又考虑了不在对角线上的各种漏分和错分错误。研究发现 ,Kappa 系数与分类精度有如下关系^[7] (见表 3)。

表 3 分类精度与 Kappa 系数

Tab.3 Classification accuracy and Kappa coefficient

Kappa 系数	分类精度
< 0.00	很差
0.00 ~ 0.20	差
0.20 ~ 0.40	一般
0.40 ~ 0.60	好
0.60 ~ 0.80	很好
0.80 ~ 1.00	极好

由此可知 ,本次分类实验的结果精度较为理想 ,属于很好的范围 ,专题图可以满足研究需要。

2.2 土地利用变化分析

根据合并后的分割影像以及已提取的各对象信息 ,对影像进行分类 ,最后经过分类后处理 ,制作成专题图 ,其结果如图 4 和图 5 所示。

结合分类专题图 ,将各种土地利用类型进行分类统计后可得如下结果(见表 4 ,表 5) ,10 年之间本地区的土地利用情况变化明显 ,主要表现在 3 个方面。

1) 水域的总体面积减小

结合丰台区地图资料可知 ,在图中间的位置 ,即世纪森林公园附近 ,有大范围水域消失;最左边的青龙湖水域面积有所减少;在城区地区 ,由于高层建筑阴影区与某些水域的光谱特征仅有细微差别 ,所以监督分类对城区水域的识别可能出现错误 ,某些阴影区和水域地区可能会有混淆。但从专题图可以看出 ,本研究区域内水域的总

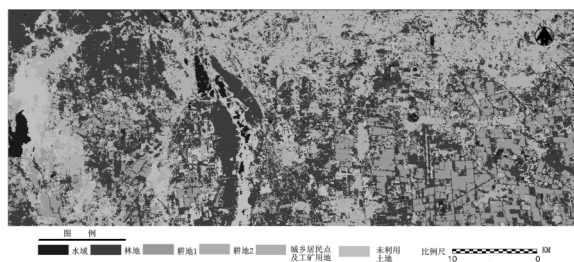


图 4 丰台地区 1996 年遥感影像分类专题图
Fig. 4 Landsat TM classified images of Fengtai area in 1996

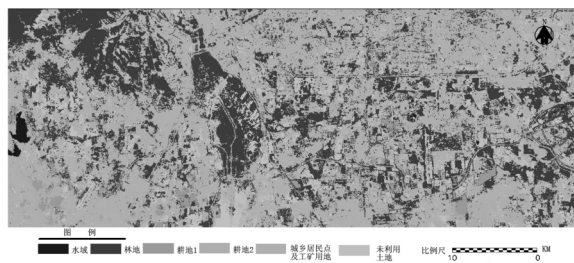


图 5 丰台地区 2006 年遥感影像分类专题图
Fig. 5 Landsat TM classified images of Fengtai area in 2006

体面积有所减少,这个结果一方面说明由于气候的变化及城市规模的扩大,自然蒸发和人类使用加速了水域面积的减少,另一方面也可以看出对于水资源的使用需要加强监管和保护。

2) 绿地面积的减少

主要表现为林地和耕地 1 的大面积减少,这主要是由于 10 年来城市规模的扩大和农业产业结构调整的结果。由于人口的增加需要占用更多的林地和耕地来修建房屋,使得林地的面积减少了约 1/4,耕地面积减少了约 3/4。绿地面积大幅度减少,并且向远郊转移。但是从图上还可以看出,耕地 2 的面积有所增加,这主要是随着农业产业结构的调整,丰台区的一部分传统耕地逐渐被改建为蔬菜大棚和花卉温室等,这样一方面保护并合理地利用了耕地面积,另一方面也促进了本地区农业经济的发展,增加了农民的收入。

3) 城市居民点及工矿用地和未利用土地面积的大幅度增加

从图上可以清楚看到,10 年间,城市规模逐渐扩大,从城中心向南方郊区蔓延,占用了大量绿地并将其改建为建设用地。城乡结合部的位置在整体向南方远郊移动。近些年来,在本研究区域内,正在进行危旧房屋改造,农村规划建设,地铁和桥梁等大型工程项目建设,在图上表现为工矿用地和未利用土地,随着这些项目的逐渐结束,本地区的城市化规模会越来越大。

表 4 土地利用类型分类统计(1)

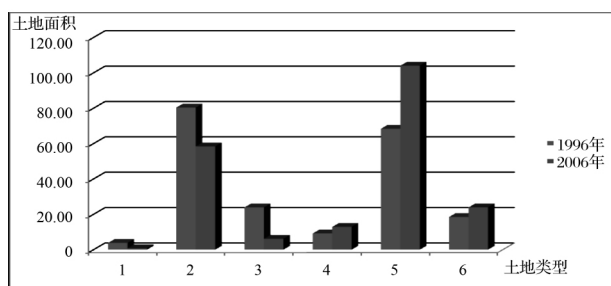
Tab. 4 Classified statistics of land use type(1)

分类面积	1	2	3	4	5	6
1996 年	3.903 725	80.444 051	23.993 975	9.216 183	68.444 457	18.568 930
2006 年	0.821 471	58.441 900	6.172 153	12.924 270	104.112 773	23.991 195

注:表中面积标号 1~6 分别代表水域、林地、耕地 1、耕地 2、城乡居民点及工矿用地和未利用土地。分类面积单位为 km²。

表 5 土地利用类型分类统计(2)

Tab. 5 Classified statistics of land use type(2)



注:表中面积标号 1~6 分别代表水域、林地、耕地 1、耕地 2、城乡居民点及工矿用地和未利用土地。分类面积单位为 km²。

3 结束语

1) 遥感技术比一般野外调查具有真实、客观、快速获取目标地物信息及覆盖范围广的优点。利用遥感技术对研究区 1996 年至 2006 年土地利用变化情况进行分析,可

以看出 10 年间区内水域、耕地和未利用土地变化明显。总体趋势是城区的耕地和大范围水域面积较大幅度减少,城市居民点及工矿用地和未利用土地面积的大幅度增加。10 年间北京城南地区的各种土地利用类型之间相互转化,并以耕地、林地和建设用地相互转化最为显著。城乡结合部的范围在 10 年间从北向南进行了大范围的移动。

2) 利用遥感技术对信息分类时会出现偏差,在土地利用类型分类时应采用计算机监督分类和人工目视解译相结合的方式;同时解译后要展开野外实地验证,以保证质量。在进行影像处理结果的分析时,如果结合地理信息系统的相关知识,制作出更详细具体的分类比如表格和专题图等,将会得到更具体生动的结论,这也值得进一步研究。

参考文献:

[1] 陈百明,刘新卫,杨红. LUCCD 研究的最新进展评述[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 22-29.

(下转第 53 页)

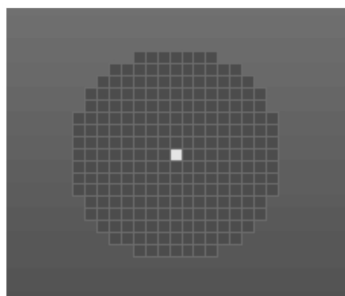


图 5 均质、无风、无坡度情况下的火蔓延形状
Fig. 5 Forest fire spread under conditions of homogenization without wind or slope

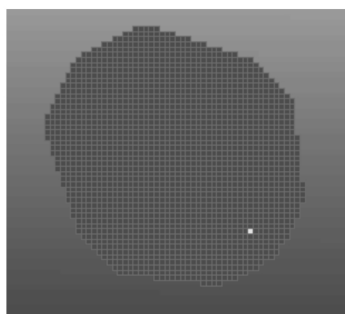


图 6 风因素影响下的林火蔓延图
Fig. 6 Forest fire spread under wind factors

为下坡方向,灰度越亮表示高程越高,为上坡方向。假设无风,模拟结果如图 7(b) 所示,由图可以看出,火往上坡方向蔓延速度快于往下坡方向的蔓延速度。

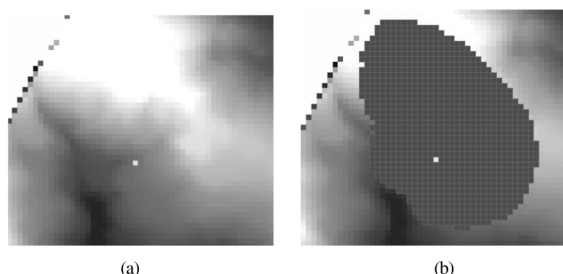


图 7 地形因子影响下的林火蔓延图
Fig. 7 Forest fire spread under topographic factors

4) 异质情况

几乎所有的森林都是异质的,因此需要对异质情况进行模拟。假设无风、平坦情况下,如图 8(a) 所示,灰色表示 K_s 等于 1.0 的林地,绿色表示 K_s 等于 1.6 的林地,所得模拟结果如图 8(b) 所示,由图可以看出,林火在较易燃烧的林地蔓延速度较快。

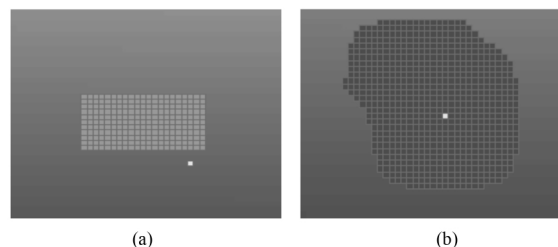


图 8 异质情况下的林火蔓延图
Fig. 8 Forest fire spread under heterogeneous conditions

5 结束语

本文将元胞自动机模型特点与林火燃烧自身特点进行结合,提出了一种新的基于元胞自动机的林火蔓延模型,并以 Visual C# 语言和 ArcEngine 二次开发包为开发平台,对不同可燃物类型、风速、风向及地形影响下的林火蔓延情况进行仿真模拟,为快速预测林火的发展趋势提供技术支持。

参考文献:

- [1] 黎夏,叶嘉安,刘小平,等.地理模拟系统:元胞自动机与多智能体[M].北京:科学出版社,2007.
- [2] Ioannis Karafyllidis, Adonios Thanailakis. A model for predicting forest fire spreading using cellular automata[J]. Ecological Modeling, 1997(99): 88-89.
- [3] 毛贤敏.风和地形对林火蔓延速度的作用[J].应用气象学报,1993,4(1): 100-102.
- [4] 王正非.通用森林火险级系统[J].自然灾害学报,1992,1(3): 39-40.
- [5] Stephen G Berjak, John W Hearne*. An improved cellular automaton model for simulating fire in a spatially heterogeneous Savanna system[J]. Ecological Modeling, 2002(148): 135-140.

[编辑:胡雪]

(上接第 49 页)

- [2] 王思远,张增祥,周全斌,等.中国土地利用格局及其影响因素分析[J].生态学报,2003(4): 649-656.
- [3] 刘盛和,吴传钧,沈洪泉.基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J].地理学报,2000,55(4): 407-416.
- [4] 彭光雄,徐兵,沈蔚,等.TM 图像的城镇用地信息提取方法研究[J].遥感技术与应用,2006,21(1): 31-36.
- [5] 刘芳,张增祥,汪潇,等.北京市农村居民点用地的遥感动态监测及驱动力分析[J].国土资源遥感,2009(3): 92-93.

- [6] 杜军,杨青华.基于土地利用变化和空间统计学的区域生态风险分析[J].国土资源遥感,2010(2): 102-103.
- [7] 杨昕,汤国安,邓凤东,等.ERDAS 遥感数字图像处理实验教程[M].北京:科学出版社,2009.
- [8] 闫利.遥感图像处理实验教程[M].武汉:武汉大学出版社,2010.
- [9] 徐全洪,杜丽娟,崔素玲,等.TM 图像中土地资源判读特征[J].河北省科学院学报,2000,17(4): 252-253.

[编辑:胡雪]