

基于 Markov 模型的长岭县土地利用时空变化研究^{*}

刘家福^{1,2}, 王平³, 李京¹, 占文凤¹, 易文斌¹

(1. 北京师范大学 减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 2. 吉林师范大学 旅游与地理科学学院, 吉林 四平 136000; 3. 东北师范大学 城市与环境科学学院, 长春 130024)

摘要: 以吉林省西部长岭县为研究区, 在 RS 和 GIS 技术支持下, 对长岭县 1995 年和 2000 年两时期遥感图像数据进行处理, 获得研究区土地利用/覆盖现状图, 在分析土地利用现状的基础上, 求得土地利用变化转移矩阵; 应用马尔柯夫随机模型对长岭县未来几十年土地时空变化过程进行了模拟分析和定量预测。结果表明: 2000—2050 年, 长岭县的土地利用变化趋势是耕地面积增加 1.77%, 草地面积逐渐减少 1.1%, 未利用地面积大约减少 0.91%, 林地、水域、居用地变化不大。

关键词: 长岭县; RS 与 GIS; 马尔柯夫链模型; 土地利用

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0016-04

Spatial-Temporal Changes of Landuse Based on Markov Model in Changling County

LIU Jia-fu^{1,2}, WANG Ping³, LI Jing¹, ZHAN Wen-feng¹, YI Wen-bin¹

(1. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. College of Tourism and Geographical Sciences, Jilin Normal University, Siping, Jilin 136000, China; 3. College of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: This paper mainly focused on Changling County in the west of Jilin province. Based on RS and GIS techniques, Land use/cover map was acquired through dealing with the two remote sensing images of Changling County in 1995 and 2000. Transfer matrix on land use change was achieved on the basis of analyzing the land use status. Markov Random Field model was applied to simulate analysis and quantitatively forecast the land use spatial-temporal change of the Changling County in the next few decades. The results indicate that, from 2000 to 2050, the area of the arable land will increase by 1.77%; the grassland and wasteland will decrease by 1.1% and 0.91% respectively; however, the forest land, water land and resident land will change a little.

Key words: Changling county; RS and GIS; Markov model; landuse

面对当前日益加剧的人口—资源—环境问题, 全球变化研究已成为近年来国际地学界最为活跃的研究领域之一^[1-2]。土地利用作为生态环境系统的一个敏感因子, 在生态环境监测和可持续发展研究中占有重要的地位^[3]。土地利用是人类最基本的经济活动, 在各种驱动力的作用下, 不断地发生着变化^[4-6]。选取长岭县作为研究区, 因其自然地理条件具有边缘性和过渡性特点, 生态环境具有较强的脆弱性, 属于土地利用变化的敏感地区, 也是全球变化

响应比较突出的区域。运用遥感和 GIS 技术, 分析得到两期的土地利用现状数据, 通过土地利用变化图的图层属性表得到研究区土地利用面积转化情况; 运用 Markov 转移矩阵模型, 不仅可定量说明土地利用类型之间的相互转化状况, 而且可以揭示不同土地利用类型之间的转移速率, 从而更好地了解土地利用格局的时空演变过程^[7-9]。通过研究模拟土地利用格局变化对提高土地利用, 增加土地的集约化程度, 实施土地持续利用有一定的借鉴意义。

^{*} 收稿日期: 2008-10-15

基金项目: 国际科技合作计划专项项目(2007DFA20640); 国家科技支撑计划课题(2006BAJ05A01; 2006BAJ09B06; 2006BAJ09B03)

作者简介: 刘家福(1975—), 男, 吉林敦化人, 博士研究生, 讲师, 主要从事遥感与 GIS 在资源环境、自然灾害等领域的应用研究。E-mail: liujiafu@ires.cn

通信作者: 李京(1956—), 男, 北京人, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感科学、地图学与地理信息系统研究。E-mail: lijing@ires.cn

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

长岭县位于吉林省西部,白城地区南部。东与农安县接壤,南与公主岭市、双辽县交界,西与内蒙古科尔沁左翼中旗毗连,北与通榆、乾安、前郭尔罗斯蒙古族自治县为邻。位于 $123^{\circ}07'-124^{\circ}45'E$, $43^{\circ}59'-44^{\circ}45'N$,松辽平原的双城堡至伏龙泉隆起地带西侧。地势平坦,从东南向西北略呈倾斜,境内无山脉,河流稀少,全境海拔在 $144\sim 266\text{ m}$ 。全县面积为 $5\,728.43\text{ km}^2$ 。境内以东起三县宝西至大兴一线为分水岭,南北横跨松花江与辽河两大流域。地处森林草原向荒漠草原过渡带的吉林省西部是我国北方典型的农牧交错带,是全球变化反应敏感的生态脆弱带之一;是我国水土流失、草场退化等环境问题最为突出的地区之一。因此选择长岭县作为研究区分析土地利用动态变化具有重要的现实意义。

1.2 研究方法

1.2.1 数据准备及处理 选取 1995 年 9 月和 2000 年 9 月的 TM 影像为主要数据源,为了对不同

时期的土地利用状况进行时间序列分析,还需要长岭县 1:10 万地形图、土地利用现状图、土壤类型图等。首先需要对不同时相的图像进行配准和几何精校正,在 1:10 万地形图和 Landsat TM 影像上均匀选取多个典型地物作为控制点;使用遥感图像处理软件 ERDAS 对 TM 影像进行标准假彩色合成、增强和几何校正,将 RS 影像与地形图配准,配准精度尽量小于 0.5 个像元,以确保影像的高精度叠加分析。参照国家土地资源遥感调查分类标准,结合长岭县土地资源的经营特点和利用方式,考虑到数据资料充分合理的利用以及本研究目标的需要,将土地利用分为 6 个一级类型,即耕地、林地、草地、水域、居民点及未利用土地^[10]。

1.2.2 数据获取 利用 ARC/INFO 软件对遥感图像数据进行数字化输入,建立图形库和属性库;并进行叠加分析,从而获得多时期的土地利用变化信息图,在此基础上提取多类变化信息,以了解各地类空间变化。通过对土地利用图形数据在 ARC/INFO 中所进行的叠加分析,可以得到 1995—2000 年土地利用类型转移情况(表 1)。

表 1 长岭县土地利用类型面积转化情况 km²

		2000 年					
		耕地	林地	草地	水域	居工用地	未利用地
1995 年	耕 地	2842.7350	588.2030	1.9940	0.0000	0.0000	0.6310
	林 地	531.4020	32.1040	2.1380	0.0000	0.0000	1.4600
	草 地	0.0160	12.3950	423.7360	0.0000	0.0000	21.0950
	水 域	0.3172	0.0000	0.0001	158.7405	0.0000	0.0000
	居工用地	0.0790	0.1310	0.0000	0.0000	290.2060	0.0000
	未利用地	2.9490	3.0720	20.4880	0.1302	1.0110	815.2600

2 马尔可夫预测模型

2.1 Markov 过程的基本原理

马尔可夫预测方法是根据俄国数学家马尔可夫的随机过程理论提出来的,是一种特殊的随机运动过程^[11-12]。它主要通过对不同状态的初始概率及状态之间的转移概率关系,来确定状态的变化趋势,以达预测的目的。在系统的状态转移过程中,系统将来的状态只与现在的状态有关,而与过去的状态无关。其数学表达式为

$$p_{ij}=\begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{N1} & p_{N2} & \cdots & p_{NN} \end{bmatrix}$$

式中: p_{ij} ——土地利用类型 i 转变为土地利用类型

j 的转移概率,转移概率矩阵的每一个元素有以下特点:

$$0\leq p_{ij}\leq 1; \text{ 且 } \sum_{i=1}^N p_{ij}=1 \quad i\in(1,2,\cdots,N)$$

2.2 初始转移概率矩阵确定

根据上述表达式,利用 1995—2000 年土地利用类型面积转移情况,可求出 1995—2000 年各土地利用类型初始转移概率矩阵(表 2)。

2.3 马尔柯夫预测模型

对齐次 Markov 链,设系统的初始状态可以由行矩阵表示:

$$p_{(0)}=[p_{1(0)},p_{2(0)},\cdots,p_{m(0)}]$$

式中: $p_{1(0)}$ ——系统最初处于状态 i 的概率。经一步转移之后,系统处于状态 j 的概率由全概率公式给出:

$$p^{i(1)}=p(x_1=j)=\sum p(x_0=i)p(x_1=j|x_0=i)$$

根据模型预测计算结果,2000年以来,耕地面积逐渐增加,如果按照目前发展态势,到2050年,耕地面积将达到60.5%,这种变化将持续很长时间,直到这种变化达到稳定状态,耕地面积将占土地面积的68.64%;林地面积增长速度缓慢,在未来50年内变化不大;草地面积变化较大,由2000年7.8%减少到2050年的6.7%,这种变化主要是毁草开荒及不合理放牧造成的;水域、居工用地变化不大,水域面积减少,居工用地面积增加;未利用地面积逐渐减少。

4 讨论

(1)应用RS及GIS支持下的马尔柯夫模型,是一种量化的实用方法,为土地利用的规划、管理及决策提供了良好的研究手段。利用ERDAS软件对两个时期的遥感影像进行分类,并利用ARC/INFO软件对数据进行叠加分析,得到不同时期土地利用变化数据,根据国家土地资源遥感调查分类标准,分为6类土地利用类型,为马尔柯夫模型直观模拟和动态预测变化成为可能。

(2)介绍了马尔柯夫模型的基本原理及预测模型的建立过程,把马尔柯夫稳定状态方程引入长岭县土地利用格局预测中;任何模型都是建立在假设的基础上,马尔柯夫模型是建立在保持当前人为影响不变前提下预测的。本文主要讨论土地利用格局的预测方法,还可用马尔柯夫模型讨论在何种干扰下,土地利用格局如何演化。

(3)从长岭县土地利用格局模拟结果看,土地利用格局变化与实际情况基本吻合,也预示了以当前状态下发展的最终土地利用格局,为该区管理部门制定土地利用合理规划提供参考依据。

(4)为使长岭县生态环境和经济和谐发展,应对土地利用现状加以调控,政府应加大资金投入,控制不合理的毁草开荒,协调好农牧之间的关系;实施还草建设,按阶段退耕还林,有比例地进行生态建设,充分合理利用水资源,提倡节约用水。

参考文献:

[1] 刘正君,冯学智,王周龙. 基于GIS与遥感集成的土地

利用现状动态监测[J]. 遥感信息, 2001(1): 29-31.

[2] 刘湘南,许红梅,曹文. 吉林省前郭县土地利用变化空间差异的机制分析[J]. 地球科学进展, 2001, 20(1): 60-66.

[3] 黄方,刘湘南,刘权,等. 辽河中下游流域土地利用变化及其生态环境效应[J]. 水土保持通报, 2004, 24(6): 18-21.

[4] 唐立娜,陈春,王庆礼,等. 基于遥感的东北农牧交错区景观格局与变化研究:以吉林省长岭县为例[J]. 地理科学, 2005, 25(1): 81-86.

[5] Pan D, Domon G. Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes[J]. Landscape Ecology, 1999, 14: 35-52.

[6] 黄方,刘湘南,王平,等. 松嫩平原西部地区土地利用覆被变化的驱动力分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 14-17.

[7] 毛彦成,张勃. 基于Markov过程的张掖绿洲土地利用预测[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(1): 11-15.

[8] 李建平,张柏,张树清. 吉林省大安市草地资源动态变化研究:基于RS和GIS的遥感调查[J]. 中国草地, 2004, 26(6): 23-29.

[9] 张秋玲,马金辉,赵传燕. 基于GIS和RS技术评价兰州市土地利用状况及变化过程[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(1): 96-100.

[10] 黄方,刘湘南,叶宝莹,等. 松嫩平原西部生态脆弱区土地利用时空变化研究[J]. 东北师大学报:自然科学版, 2002, 34(1): 105-110.

[11] Van H R. On the dynamics of vegetation: Markov chains as models of succession[J]. Vegetation, 1979, 40: 3-14.

[12] 袁荫棠. 概率论与数理统计[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1990: 115-132.

[13] 崔海山,张柏,刘湘南. 吉林西部土地荒漠化预测模型研究:以吉林省镇赉县为研究区[J]. 中国沙漠, 2004, 24(2): 235-239.

[14] 张汉雄. 用马尔可夫链模型预测宁南山区旱情[J]. 自然灾害学报, 1994, 3(1): 47-54.

[15] 刘耀林,刘艳芳,张玉梅. 基于灰色-马尔可夫链预测模型的耕地需求量预测研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2004, 29(7): 575-579.