

基于分形理论的土地利用空间格局分析 ——以金溪镇为例

邓林 吴敏 丁桑岚

(四川大学建筑与环境学院, 四川 成都 610000)

摘要:在 GIS 和 RS 技术的支持下,运用分形理论,对蓬安县金溪镇 2009 年土地利用类型进行了分析,获得了各土地利用类型的分形维数,不稳定性指数和分散程度,为今后金溪镇经济健康持续发展和土地资源的宏观调控提供科学的决策依据。

关键词:分形;分维;土地利用;金溪镇

中图分类号:X37

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2012)06-0014-03

THE RESEARCH ON LAND USE TYPES IN JINXI TOWN BY USING FRACTAL THEORY

DENG-Lin, WU-Ming, DING-Sanglan

(College of Architecture & Environment, SICHUAN UNIVERSITY)

Abstract: The patterns of land-use of Jinxi town in 2009 has been analyzed by the fractal dimension theory and GIS&RS technology. The fractal dimension, the instability index and the decentralization degree of every landscape are acquired. According to findings, the way to resolve the contradiction between economic development and land management will be found out.

Keywords: Fractal; Fractal dimension; Land use type; Jinxi Town

分形理论是美国学者曼德尔布罗特(Mandelbrot)于 20 世纪 70 年代创立的,是横跨自然科学、社会科学和思维科学的新理论,为当今国际上许多学科的前沿研究课题之一^[2-3]。分形理论与传统欧氏几何相比,更适合描述大自然中复杂的真实事物。土地利用类型是一种在自然和人类双重作用下的产物,具有不规则、相对不稳定性和复杂性特征,可以利用分形方法进行探讨^[1]。因此,本文运用分形模型,并结合 GIS 和 RS 技术,定量分析蓬安县金溪镇的土地利用类型稳定性和分布特征,以期对小城镇土地资源合理利用提供参考。

1 研究区与数据处理

收稿日期:2012-10-06

作者简介:邓林 性别:男,成都市一环路南一段 24 号四川大学学生南园。

金溪镇位于蓬安县北部的嘉陵江畔,地处蓬安、营山、仪陇、南部四县交界处,镇域总面积 76.9 平方公里,耕地面积 12.5 平方公里。地貌以丘陵低山为主,浅丘带坝为辅。

运用本区域 2010 年 8 月 TM 遥感数据,使用 ERDAS 遥感图像处理软件对影像进行预处理,专题分类和后处理后,将其转换成 shapefile 格式,建立属性数据库,最终形成 2010 年蓬安县土地利用分布图。利用 GIS 精确地计算不同土地利用类型的斑块面积、周长和斑块数。根据研究区不同地类的不同斑块的周长、面积等统计资料,基于分形模型,运用 SPSS 软件,计算各土地利用类型的分维数^[6]。

2 研究方法

2.1 分形理论土地利用类型斑块分形维数的估算方

法很多,但应用最广泛的是应用斑块周长和面积之间的关系来估算分维的方法,其关系式为^[1]:

$$\ln A(r) = \frac{2}{D} \ln [P(r)] + C$$

式中: A 为斑块面积; P 为斑块周长; C 为常数 (截距); D 为二维欧氏空间的分形维数^[2]。对于任何土地利用类型的斑块来说,通过测算一系列斑块的面积和周长数据,就可以在平面坐标中绘出一系列的点,最终拟合出一条关于 $\ln A$ 和 $\ln P$ 两者关系的直线,从斜率的值 $2/D$ 可求得分形维数 D 。其值的大小可以表征土地利用类型的复杂性与稳定性。 D 的理论值范围为 1.0~2.0。就某种土地利用类型而言, D 值越大表明该类型的景观结构越复杂,边界越不规则。 D 值为最小值 1.0 时,表示边界形状为圆形,边界最为规则; D 值为最大值 2.0 时,则表示土地斑块的形状最复杂,边界最不规则。当 D 等于 1.5 时,则代表斑块图形处于布朗随机运动状态,越接近该值则稳定性越差。因此,定义各类土地利用类型的稳定性指数(SI)如下: $SI = 1/D$, SI 的理论值为 0.0~0.5, SI 值越大,表明该土地利用类型越稳定^[2-4]。

2.2 土地利用类型的划分与选取。本文参照国家土地利用的二级分类体系,并根据金溪镇土地的覆盖类型和人为利用方式的差异,将本研究区域划分为耕地、园地、林地、住宅用地、水域及水利设施用地和未利用土地,共 6 个二级土地利用类型。土地利用类型图如图 1 所示。

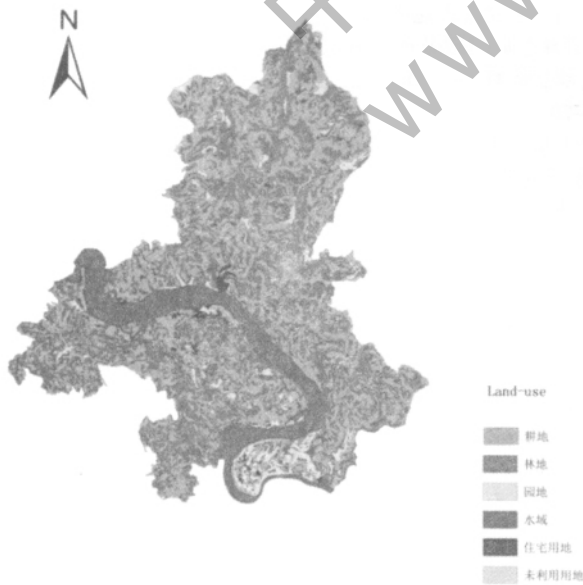


图 1 2010 年蓬安县金溪镇土地利用现状图

3 数据处理及结果分析

3.1 土地利用空间格局分析

3.1.1 分形维数分析

各土地利用类型的分形维数是一种统计意义上的多个同类型土地斑块的“平均”分形维数^[6]。具体的计算方法是对需计算分形维数的土地利用景观要素的面积和周长取对数后,将其录入 SPSS 中,进行回归分析,最终可求出分形模型。表 1 列出了各土地利用类型周长与面积的统计值

表 2 列出了蓬安县金溪镇 2010 年各种土地利用景观要素的分形模型、判决系数 R^2 、斑块样本数、分形维数、稳定性指数。

表 1 土地利用类型周长与面积统计值

地类名称	图斑数/个	图斑周长/m	各图斑总面积/m ²	占全区总面积百分比/%
水域	317	132601	8269442	10.64
耕地	2016	1241095	36058665	46.38
园地	219	179318	4641453	5.97
林地	1510	1170895	23979930	30.84
交通过地	41	37909	172293	0.22
住宅用地	3218	449249	4353991	5.60
未利用地	8	11829	271411	0.35

表 2 各土地利用类型的分形模型、分形维数和稳定性指数

地类名称	模型	R^2	样本数	分形维数	稳定性指数
水域	$\ln(Ar) = 1.2760 \ln(Pr) - 0.406$	0.965	3218	1.5674	0.0674
耕地	$\ln(Ar) = 1.5982 \ln(Pr) + 0.25$	0.925	2016	1.2514	0.2486
园地	$\ln(Ar) = 1.6495 \ln(Pr) + 0.248$	0.911	1510	1.2125	0.2875
林地	$\ln(Ar) = 1.4480 \ln(Pr) + 0.428$	0.926	317	1.3812	0.1188
住宅用地	$\ln(Ar) = 1.7584 \ln(Pr) + 0.134$	0.920	219	1.1374	0.3626
未利用地	$\ln(Ar) = 1.3899 \ln(Pr) + 0.246$	0.935	41	1.4390	0.061

3.2.2 土地利用类型稳定性分析

比较表 2 中各地土地利用类型的分维值 D , 研究区的土地利用类型的整体分维值介于 1.200~1.600 之间,从大到小的顺序为水域、未利用土地、林地、耕地、园地、住宅用地;其中,水域分形维数最大,是因为研究区域内嘉陵江易受到自然环境的影响,故水域的分维值比其他地类高。耕地、园地、住宅用地的分维值较小,表明耕地、园地、住宅用地结构最简单,因为它们受人为干预最多;未利用土地分维数也较大,是因为未利用土地是完全在自然状态下形成的,使得其分布较为破碎;林地的分维值介于其他类型之间,这是因为部分林地是通过人工培植的,也受到了不同程度的人为干预,同时也受到了自然环境的影响。从中可以看出,自然景观的斑块形状是比较复杂的,而人工景观的斑块形状是比较有规律的,相对简单的。从土地利用类型的稳定性方面来说,耕地、园地、住宅用地的稳定性指数最大,在人为规划因素的影响

下, 它们的结构最稳定。林地的稳定性指数介于其他类型之间, 它们受到一定程度的人为干预。未利用土地的稳定性指数最小, 未受到人类活动的影响, 所以它的结构最不稳定, 即处于完全自然状态。

4 结论

应用分形理论研究土地利用空间格局, 对于揭示土地利用斑块的稳定性, 土地资源合理利用, 促进区域土地可持续利用来说, 不失为一种重要工具。运用该方法对金溪镇的土地利用结构进行了分析, 得出以下结论:

(1) 通过对各类土地的分形建模, 得出了各土地利用类型的复杂程度是水域>未利用土地>林地>耕地>园地>住宅用地。稳定性程度是住宅用地>园地>耕地>林地>水域>未利用地。

(2) 人类活动较为强烈的耕地、园地、住宅用地等单块面积较大的土地利用景观要素因其特殊的社会功能, 土地内部较为稳定, 斑块边缘较为规则, 故而这些土地利用景观要素在自然状态下, 抵御外来干扰、维持其形态的能力较强。镶嵌在土地利用现状图上的未利用地稳定指数最低, 其抵御外来干扰、维持其形态的能力就较弱。

(3) 针对整个研究区而言, 各土地利用类型平均分维值为 1.33, 偏离随机运动值 (1.500) 较大, 稳定性指数在 0.2~0.3 之间的各土地利用类型的面积占全镇土地总面积的 57.95%, 这些数值表明, 随着城镇建设的进一步发展, 在人为规划的影响下, 金溪镇土地利用总的发展趋势逐渐趋于稳定, 但仍需在以后的土地利用总体规划时, 进一步考虑基于自然地理条件的人为干涉措施的合理性, 以使得全镇土地利用向更科学更合理的方向发展。

参考文献

- [1] 鲁恒, 李永树等. RS 与 GIS 在沪桥镇土地利用类型分形研究中的应用[J]. 测绘, 2009, 32(2)。
- [2] 谢力扎提·哈布尔, 高敏华等. 基于分形理论的哈巴河县土地利用类型分析[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(7)。
- [3] 王鹏, 张家其, 田亚平等. 基于分形理论的土地利用时空变化特征分析—以常宁市松柏镇为例[J]. 国土与自然资源研究, 2011: 39-41。
- [4] 曹雅坤. 基于分形维数和信息熵的土地利用景观格局变化研究—以西安市为例[J]. 地下水, 2012, 34(4)。
- [5] 潘竟虎, 石培基. 基于洛伦茨曲线和分形的甘肃省土地利用空间结构分析[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(2)。
- [6] 郭朝伟, 文星跃. 丘陵区小城镇土地利用景观空间格局分析—以绵阳市文昌镇为例[J]. 绵阳师范学院学报, 2010, 29(8)。

(上接第 13 页)

35 和 45 等分取满时, σ 的最大值与最小值一致。

4 结论

根据以上三种情况进行数据计算, 通过对计算结果的分析我们知道了网平差的观测方向是如何影响系数矩阵 B 的结构的, 以至于影响系数矩阵 B 的奇异值分解, 从而是如何影响到网平差的误差分配的。

由此可以得出, 决定平差精度的最重要指标就是系数矩阵 B 的奇异值分解 σ 的好坏, 研究 σ 成了研究网平差结果好坏的最重要的因素。

参考文献

- [1] 周江文. 经典误差理论与抗差估计[J]. 测绘学报, 1989, 18(2): 115-120
- [2] 李德仁. 论空间数据挖掘和知识发现的理论与方法[J]. 武汉大学学报, 2002, 27(3): 221-233
- [3] 杨元喜. 大地测量相关观测抗差估计理论 [J]. 测绘学报, 2002, 31

(2): 95-99

- [4] 刘经南, 姚宜斌, 施闯. 基于等价方差-协方差阵的稳健最小二乘法估计理论研究[J]. 测绘科学, 2000, 25(3): 1-7
- [5] 欧吉坤. 粗差的拟准检定法 (QUAD 法) [J]. 测绘学报, 1999, 28(1): 15-20
- [6] 王振杰. 大地测量中不适定问题的正则化解法研究 [D]. 武汉: 中国科学院测量与地球物理研究所, 2003. 1-12
- [7] 林洪桦. 测量误差与不确定度评估 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010. 2-6.
- [8] 杨春燕, 蔡文. 可拓工程[M]. 北京: 科学出版社, 2007. 18-24.
- [9] Stephane Mallat. A Wavelet Tour of Signal Processing[M]. Beijing: China Matchine Press, 2007. 122-282
- [10] Tom M. Apostol. Mathematical Analysis [M]. Beijing: China Matchine Press, 2006. 251-271.
- [11] Dwight F. Mix, Kraig J. Olejniczak. Elements of Wavelets for Engineers and Scientists[M]. Beijing: China Matchine Press, 2006. 1-54.
- [12] David Kincaid, Ward Cheney. Numerical Analysis [M]. Beijing: China Matchine Press, 2005. 147-362.
- [13] 张国华, 张文娟, 薛鹏翔. 小波分析与应用基础[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2006. 2-22.
- [14] 陈锴. GNSS 电离层延迟模型与观测建模的算子最小二乘法理论[D]. 武汉: 武汉大学, 2008. 2-22