

基于二维模式复杂度的 DEM 地形复杂研究

刘明磊¹, 刘学军², 李大军³ (1. 东华理工大学测绘工程学院, 江西南昌 330013; 2. 南京师范大学地理科学学院, 江苏南京 210097; 3. 东华理工大学测绘工程学院, 江西南昌 330013)

摘要 阐述了已有各地形复杂度描述因子的基础上, 提出基于二维模式复杂度的栅格 DEM 地形复杂度因子的计算方法。计算陕西丘陵地区 1:5 万 DEM 的结果表明, 该方法可以有效地描述地表复杂地形的分布情况。

关键词 地形复杂度; DEM; 模式复杂度

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)32-12779-02

DEM Terrain Complexity Research Based on Two-dimensional Pattern Complexity

LIU Ming-lei et al (Faculty of Geomatics, East China Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi 330013)

Abstract On the basis of elaborating existing terrain complexity describing factors, the calculation method of DEM terrain complexity factors was proposed based on two-dimensional pattern complexity. The hilly regions of Shaanxi 1:50 000 DEM calculation results showed that the method can effectively describe the distribution of terrain complexity.

Key words Terrain complexity; DEM; Pattern complexity

地形复杂度一般作为描述地表起伏和褶皱程度的一种指标, 对 DEM 精度研究、数字地形分析等领域有着重大意义。目前地形复杂度并没有形成一个明确统一的定义。已有描述地形复杂度的因子, 如地形起伏度、分形维数、地表粗糙度等, 这些描述因子都是从某一角度对地形复杂度进行描述, 无法客观地量化地形的整体变化趋势^[1]。目前很多研究者尝试从各个角度对地形复杂度进行描述: 粗糙度和不规则性、破碎程度、信息源等^[2-4]。李毅等应用小波变换的方法描述地表的复杂程度^[5]。Shary 利用等高线的形状、疏密和弯曲程度描述地形情况^[6]。刘春等提出以相邻地形单元正法向量的夹角作地形复杂因子, 用以量化描述 DEM 地形复杂度^[7]。王雷等通过计算 3×3 窗口中中心栅格点与相邻栅格所形成空间平面夹角值来表示坡面的转折变化^[8]。

宋永生基于小波多重分形量化地表的复杂程度, 认为地形复杂度可以分为局部地形复杂度和整体地形复杂度, 地形复杂度是微观的概念, 反映研究对象的内部空间复杂性的变化, 而整体地形复杂度是宏观的概念^[9]。马锦娟将地形复杂度描述为表征地表坡面单元丰富程度及其空间分布的变异程度的物理量, 认为其具有客观性、局域性、不变性 3 个特征^[1]。DEM 误差与地形复杂度和采样点密度有直接关系^[10]。地形复杂度的量化研究, 能够为制定 DEM 采样策略提供辅助, 并为高效获得高质量 DEM 的工作提供理论依据。为此, 笔者采用二维模式复杂度的方法从地形结构的角度计算 DEM 地形复杂度并叠加等高线分析地形复杂度的分布情况。

1 计算方法

一般的复杂度因子认为(起伏度、粗糙度、坡度变化率等), 图 1 的上部分地形比下部分地形简单。然而从结构的角度来看, 两者的结构形式一样, 变化趋势相同, 模式复杂度

一样。两者都可以通过数学模型插值得到精度较高的数据, 就相对于 DEM 精度要求而言两者的地形复杂度也应该是一样的。

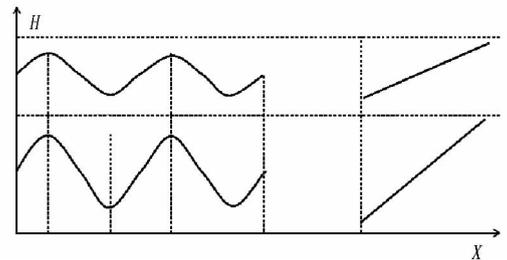


图 1 起伏度不同、模式复杂度相同的地形

在这里拟通过改进二维模式复杂度对 DEM 地形进行计算。基于平均信息增益“Mean Information Gain”^[11]改进的二维模式复杂度(式 1), 是从图形变化趋势的角度来描述二维图形的复杂度。

$$G = -c \sum_{i,j} m_{ij} \log_2 m_{i-j} \quad (1)$$

但是二维模式复杂度只考虑上下左右 4 个方向, 对于空间关系的考虑不够。因此结合栅格 DEM 数据的特点, 在模式复杂度的基础之上进行一定的改进: 将模式复杂度由上下左右 4 个方向扩展为 8 个方向, 利用 3×3 移动窗口计算栅格 DEM 的地形复杂指数。

真实的 DEM 数据并不是简单的二值图像, 需要先做一定的预处理。

1.1 二值化判定与模式判定 以中心点为基准, 设定一个阈值 s , 依次计算周围 8 格栅格高程值与中心 a 高程值的高差, 超过阈值 s 的点标记为 1 即为黑, 否则为 0 即为白, 完成二值化模式和模式判定, 见图 2。

1.2 剔除结构类似的模式 逐点移动 3×3 窗口会产生冗余模式(图 3), 结合二维模式复杂度算法原理只考虑 2 色图的话, 8 方向 64 种模式有 36 种是不重复的, 故式(2)中的 n 取值 36。

$$c = \frac{1}{\log_2 n} \quad (2)$$

基金项目 国家自然科学基金项目(40971230)。

作者简介 刘明磊(1989-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向: DEM 地形复杂度量化。

收稿日期 2013-10-06

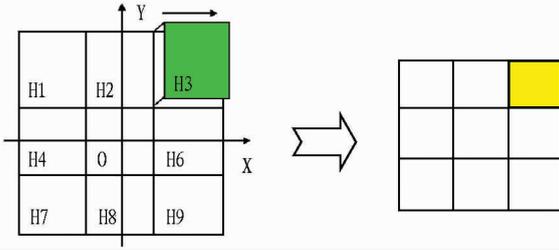


图2 二值化判定与模式判定

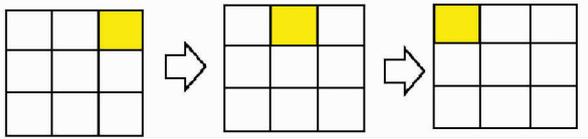


图3 结构重复的模式

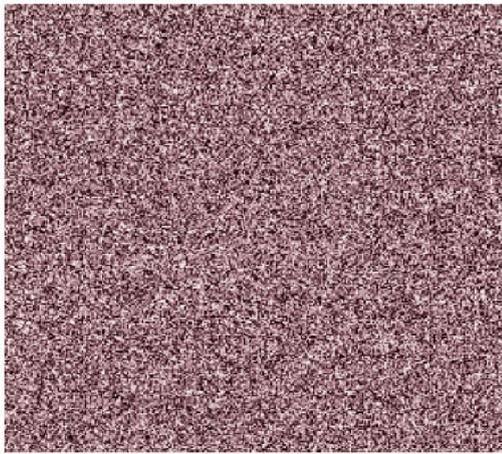
2 结果与分析

计算可得,随机图像和试验样区的模式复杂度分别为 0.798 4、0.262 9。一般同一种地形如丘陵地区的模式复杂度计算结果集中在 0.3 左右,若要真实有效地反映地形模式复杂度则需要缩小计算范围,将格网数为 500×500 的试验样区(图 4)分成每个 50×50 共计 100 个小样区,分别计算模式复杂度。

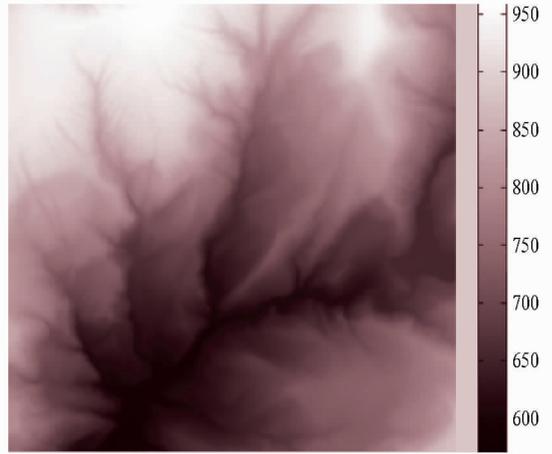
分别计算各个小分区的模式复杂度,将地形模式复杂度进行划分:0~1.5 划归为简单地形;1.5~3.5 划归为中等复杂地形; >3.5 划归为复杂度地形。将计算结果与原试验样区 DEM 晕渲图与等高线进行叠加分析,结果如图 5 所示。

3 结论

以规则格网 DEM 为研究对象,将二维模式复杂度的概念引入地形复杂度。将格网数为 500×500 试验样区(陕西



(a)



(b)

注:(a)为随机生成的图像;(b)为陕西误饭村试验样区(DEM 晕渲图 500×500 ,分辨率为 5 m)。

图4 随机图像和 DEM 试验样区

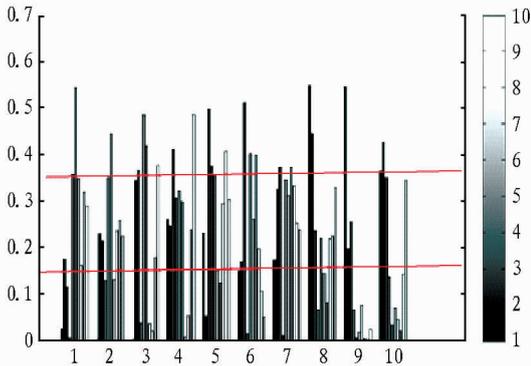
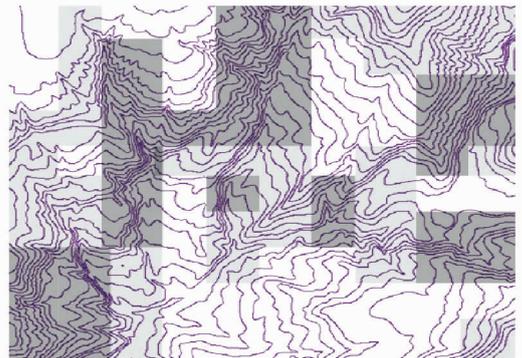


图5 计算结果(颜色越深模式复杂度越大)



误饭村,1:50 000 比例尺,5 m 分辨率)分成每个 50×50 共计 100 个小样区,分别计算模式复杂度。分区进行复杂度计算,得到的结果与等高线套合比较,显示地形较复杂的地区大致集中在沟谷等突变地形一带,中等复杂的地形主要集中在地势稍缓和的山坡、滩涂等地带,简单地形则多为平地或是平缓的丘陵顶部和河流表面一带,计算结果与人们对地形的复杂程度的认知情况吻合。从模式复杂度的角度对地形进行

计算,为地形复杂度的研究提供一个的思路与参考。

参考文献

[1] 马锦娟. 地形复杂度量化研究[D]. 南京:南京师范大学,2012.
 [2] 李志林,朱庆. 数字高程模型[M]. 2 版. 武汉:武汉大学出版社,2003.
 [3] LU H X,LIU X J,BIAN L. Terrain complexity:Definition,index and DEM resolution[C]//Geoinformatics: Geospatial Information Science Proc. of SPIE,2007.
 [4] 李爽,姚静. 基于分形的 DEM 数据不确定性研究[M]. 北京:科学出版社,2007.

型确定为:

$$\hat{Y} = 0.134x_3 + 0.366x_6 + 0.625x_{12} - 0.271x_{15} + 0.200x_{23}$$

江苏省农业机械化的影响因子在此模型中可归纳为: x_3 ,林业产值; x_6 ,农作物总播种面积; x_{12} ,乡村从业人员; x_{15} ,建筑业乡村从业人员; x_{21} ,工业第二产业产值。

在模型中的所有自变量中, x_{12} (乡村从业人员)对因变量 Y (农业机械总动力)的影响最大。相比之下, x_3 (林业产值)、 x_{15} (建筑业乡村从业人员)对于江苏省的农业机械化的影响较小。

而对于2001~2010年数据的回归模型系数的变化可以看出: x_6 (农作物总播种面积)、 x_{21} (工业第二产业产值)对于江苏省农业机械化的影响越来越小,而 x_{12} (乡村从业人员)对于江苏省农业机械化的影响越来越大,其余自变量有所变动。

当所选的自变量过多时,对其进行R型聚类分析,对各个变量进行一个分类,并选取每一类中的代表指标作为模型的自变量,建立回归方程,并对其进行检验,当发现模型并不适用于预测江苏省的农业机械化程度时,利用逐步回归剔除不利于建模的自变量并建立新的回归模型,最终得到最优的多元线性回归模型,此模型可有效地对江苏省农业机械化做出预测并对其影响因子进行分析,并可结合实际情况采取一定的政策与措施用以提高江苏省农业机械化水平。

多元回归模型是分析数据非常有效的方法之一。但使用不合理,也将会计算出一些不恰当的结果。回归模型的建立是非常复杂繁琐的过程,需注意:①收集和准备数据,要确定待解决的问题,通过自身所学的专业知识来对问题进行详细分析,从而明确自变量和因变量。根据经验,数据收集的量至少应该是可能的自变量数目的5~8倍。②选取回归方程,在选择合适的回归方程时,一方面需要回归方程中包含

的自变量数目适量,方便实际应用,另一方面自变量的数目不能过少,否则无法反映问题的本质。③模型的精细分析,作出残差有关被舍弃的自变量的残差图,来考察舍弃该变量的合理性。④模型的确认,此次通过预先数据聚类,遴选因子建立的回归模型合理有效。

参考文献

- [1] 杨敏丽. 农业机械总动力与影响因素关系分析[J]. 农机化研究, 2004(6): 45-47.
 - [2] 高惠璇. 统计计算[M]. 北京: 北京大学出版社, 1995: 297-343.
 - [3] 施锡铨, 范正绮. 数据分析方法[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 1997: 152-178.
 - [4] 李学伟, 关忠良, 陈景艳. 经济数据分析预测学[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1998: 64-85.
 - [5] 陈希孺, 王松桂. 近代回归分析[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 1998: 217-278.
 - [6] 何晓群. 回归分析与经济数据建模[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997: 96-137.
 - [7] 任若思, 王惠文. 多元统计数据分析—理论、方法、实例[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997: 15-27.
 - [8] 吕栋. 影响农民收入因素的主成分回归分析[J]. 现代商业, 2008(29): 105-106.
 - [9] 蔡火娣, 韩兆洲, 马文超. 对我国电力消费量的多元回归分析[J]. 统计与决策, 2008(14): 101-103.
 - [10] 彭娟, 李晓荣, 陈深. 基于回归分析法的营销环境审计[J]. 上海管理科学, 2008(6): 23-28.
 - [11] 胡丰, 许启发, 蒋翠侠. 基于分位数回归的基金风格分析与业绩评价[J]. 郑州航空工业管理学院学报, 2012(30): 84-90.
 - [12] 王丹. 环境规制对工业生产效率的影响——基于江苏省面板数据的实证研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2010: 33-40.
 - [13] 李晓辉, 易晓峰, 徐建刚. 江苏省区域信息化空间分析[J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2005(29): 52-53.
 - [14] 杜光. 基于SP调查的城市公共交通出行时间价值研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010: 49-50.
 - [15] 刘大鹏. 广州市森林火灾危害程度预测研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2007: 34-35.
 - [16] SHIAVI R. Richard Shiavi Introduction to Applied Statistical Signal Analysis[M]. Third Edition. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2007.
 - [17] TINSLEY H E A, BROWN S D. Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling[M]. Elsevier Inc, 2000.
- (上接第12780页)
- [5] 李毅, 龚建华. 基于SPIHT小波的DEM自适应压缩方法研究[J]. 地理与地理信科学, 2009, 25(4): 22-29.
 - [6] SHARY P A. Predictable and terrain - Specific landform classification [C]//Proceeding of the international symposium on terrain analysis and Nanjing, Digital Terrain Modeling, 2006.
 - [7] 刘春, 孙伟伟, 吴杭彬. DEM地形复杂因子的确定及与地形描述精度的关系[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2009, 34(9): 1015-1020.
 - [8] 王雷, 汤国安, 刘学军, 等. DEM地形复杂度指数及提取方法研究[J]. 水土保持通报, 2004, 24(4): 55-58.
 - [9] 宋永生. 基于小波多重分形量化地形复杂度[D]. 南京: 南京师范大学, 2009.
 - [10] 周启鸣, 刘学军. 数字地形分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
 - [11] 郭政, 蔡志杰. 二维模式复杂度[J]. 复旦学报: 自然科学版, 2005(22): 3322-3327.