

基于 Mapinfo + Arcview + Excel 的线体分形方法 A Method to Investigate Fractal of Lines Based on Mapinfo + Arcview + Excel

周 瑶, 万方良, 陈彬彬

ZHOU Yao, WAN Fang-liang, CHEN Bin-bin

(桂林工学院资源与环境工程系, 广西桂林 541004)

(Department of Resources and Environmental Engineering, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要: 介绍一种基于 Mapinfo + Arcview + Excel 的线体分形方法。该方法用 Mapinfo 对线体栅格图像进行矢量化, 用 Avenue 语言设计自动画网格程序, 用 Arcview 中的 Geoprocessing 模块提取线体分形数据后用 Excel 对分形数据进行计算, 得出线体的分维值。用该方法对直线进行网格分形分析, 得到直线的分维值为 0.9969, 误差率为 -0.31%。该方法可以自动生成拟合线性图, 及其线性方程和相关系数。不仅操作简单而且计算精度高。

关键词: 线体 分形 Mapinfo Arcview Excel 网格法

中图分类号: P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2008)01-0006-03

Abstract: The papers puts forward a method to investigate fractal of lines based on Mapinfo + Arcview + Excel. By quantifying grid image of lines using Mapinfo, designing the procedure of drawing grid automatically using Avenue language, combining with Geoprocessing module in Arcview to extract the fractal data of lines, and calculating fractal data using Excel. Analysis is carried out on the grid fractal linear with this method and the fractal dimension of linear was 0.9969 and the error rate was -0.31%. The result shows that this method can improve computational accuracy.

Key words: lines, fractal, Mapinfo, Arcview, Excel, box-counting method

对于海岸线、断层、裂隙等线体的分形常用网格法来研究, 但是传统的手工不仅费时、费力, 而且分析结果的精度也不高。Guido G Z^[1] 基于网格法设计了相应的程序, 但是其误差率相对较高, 而且这类程序难以获取; 朱晓华等^[2] 提出 ArcviewGIS 中的网格模块分析方法, 该方法简单易操作, 但是模块不易获得。本文介绍一种基于 Mapinfo + Arcview + Excel 的线体分形方法。该方法不仅操作简单、计算精度高, 而且三大软件容易获得。

1 相关线体分形的几何学定义

分形几何学^[3] 用分维数 D 值来定量描述线体分形的自相似性或标度不变性。分维数的种类有很

多^[4], 对线体的分形研究常采用容量维。容量维的定义式为:

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\ln N(r)}{\ln(1/r)} \text{ 或 } N(r) = M \left(\frac{1}{r}\right)^D. \quad (1)$$

对(1)式两边同时取双对数, 可得

$$\ln N(r) = -D \ln r + C, \quad (2)$$

其中, C 和 M 为待定常数, r 为标度, D 为用最小二乘法拟合而成的直线斜率的绝对值, 即被测线体的分维值。

2 线体分形方法及步骤

采用三大计算机软件组合 (Mapinfo + Arcview + Excel) 对线体分形的具体步骤如下。

步骤 1: 用 Mapinfo 对线体栅格图像进行矢量化与数据提取;

步骤 2: 用 Avenue 设计自动化网格程序, 结合

收稿日期: 2007-07-02

修回日期: 2007-09-24

作者简介: 周 瑶 (1978-), 女, 硕士研究生, 主要从事构造地质研究。

Arcview 中的 Geoprocessing 模块提取分形数据;

步骤 3:用 Excel 对分形数据进行计算,得出线体的分维.

2.1 矢量化^[5~7]与数据提取

在 Mapinfo 中打开线体栅格图像,选择配准设置一些参数使得 Mapinfo 中的图形比例尺与实际图形的比例尺相符(图 1).一般选择配准点 3~4 个,根据原图投影形式及其单位情况选择投影类型及投影单位.



图 1 图像配准界面

在图形配准之后对配准后的图形进行矢量化处理.在矢量化完成之后,使用工具菜单中的通用转换器.把 Mapinfo 生成的表文件(*.dat)转换成 ArcView 的图形文件(*.shp).

2.2 模块分析并获取分形数据

打开 Arcview,新建一区域 Polygon 主题并激活,然后新建一 Script 文档,并将 Avenue 语言^[8~10]设计的自动网格语言程序代码复制到该文档中,运行程序,在弹出的对话框中分别输入网格的边长、覆盖区网格的行数和列数.

利用 Geoprocessing 模块中的图层相交功能来实现分形数据的提取.在 File 菜单中的 Extensions 对话框中勾选 Geoprocessing,然后在 View 菜单中的 Geoprocessing Wizard 中选择 Intersect two themes,在 Select input theme to intersect 的下拉框中选择包含线体矢量化图的主题,在 Select an overlay theme 的下拉框中选择自动画好的网格,在 Output File 中选择新产生主题的存储路径.新产生的切割图和属性如图 2 所示.

2.3 分维计算

用 Excel 打开切割图 2 的 dbf 格式的文件,运用 Excel 内置的 if 和 countif 函数对包含有线体的网格

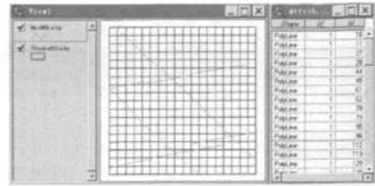


图 2 切割图及其属性

进行统计,将统计的结果制成包含 r 、 $N(r)$ 、 $\ln(r)$ 和 $\ln N(r)$ 的数据表格,运用计算出的数据进行最小二乘法拟合成线性图^[11].具体步骤为先点击插入菜单中的图表,在弹出的对话框中选择 XY 散点图中的散点图,然后根据图表向导选择相关数据和设置相关参数,最后选中散点图并从图表菜单中选择添加趋势线,在弹出的对话框中的类型中选择线性并在选项中设置所需的参数,此时拟合线性图(图 3)就会自动生成,并生成拟合线性方程和相关系数,拟合而成的直线斜率的绝对值即为分维值 D .

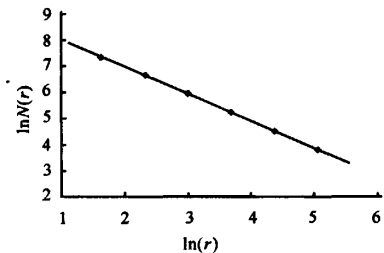


图 3 拟合趋势线

3 方法检验

利用直线对该网格分形分析方法进行实证分析,其理论分维值为 1,而利用基于 Mapinfo + Arcview + Excel 的线体分形方法对直线进行网格分形分析,所得直线的分维值为 0.9969.

将计算所得结果与 Guido G Z^[1]设计的分形计算程序对线体分形的分析结果及朱晓华^[2]运用 Arcview 中的 Spatial analyst 对线体分形的分析结果相对比,结果(表 1)显示,Guido G Z 误差率为 -0.8%,利用基于 Mapinfo + Arcview + Excel 的线体分形方法的误差率仅为 -0.31%,其计算精度得到进一步的提高,与朱晓华^[2]的误差率 -0.2% 相当.

表 1 3 种计算结果值的比较

计算结果	理论分维值	计算所得值	误差	误差率 (%)
Guido G Z ^[1]	1	0.9920	0.0080	-0.8000
朱晓华 ^[2]	1	0.9980	0.0020	-0.2000
本文	1	0.9969	0.0031	-0.3100

基于 Mapinfo+Arcview+Excel 的线体分形方法可以自动生成拟合线性图、拟合图的线性方程及相关系数,不仅操作简单,而且精度高.

参考文献:

[1] Guido G Z. A practical implementation of the box counting algorithm [J]. Computers & Geosciences, 1998,24(1):95-100.

[2] 朱晓华,查勇. MapInfo 与 ArcViewGIS 软件在线体分形分析中的应用[J]. 测绘信息与工程,2002,27(5):4-5.

[3] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature[M]. New York;Freeman,1982.

[4] 申维. 分形混沌与矿产预测[M]. 北京:地质出版社,2002.

[5] 张桂林,冯佐海,何卫军. 基于 GIS 的数字化地质填图

新方法[M]. 北京:国防工业出版社,2005.

[6] 袁峰,周涛发,岳书仓. 基于 Mapinfo 的地图矢量化方法[J]. 皖西学院学报,2002,18(4):86-88.

[7] 张青峰,吴发启,王力,等. 基于 Mapinfo 专题地图数字化与制作[J]. 测绘与空间地理信息,2005,28(1):70-75.

[8] 秦其明,曹五丰,陈杉. Arcview 地理信息系统实用教程[M]. 北京:北京大学出版社,2001:108-135.

[9] 谢榕. 面向对象地理信息系统软件 Arcview 的高级应用[J]. 计算机系统应用,1998(11):58-60.

[10] 钱习,方黎. 基于 Arcview 的 Avenue 开发数据处理扩展模块[J]. 城市勘测,2004(3):39-45.

[11] Bernard Liengme. Microsoft Excel 在科研与工程中的应用[M]. 北京:中国林业出版社,2003:105-122.

(责任编辑:尹 闯 邓大玉)

(上接第 5 页)

由于 $M \cap M^\perp = \{0\}$, 于是 $H = M \oplus M^\perp$.

定理 4 可推广到有限个两两正交闭子空间情形,故可得如下推论 4.

推论 4 设 H 是复 Hilbert 空间, H 由两两正交的闭子空间 $\{M_i\}_{i=1}^n$ 张成, $\{P_i\}_{i=1}^n$ 是从 H 到 $\{M_i\}_{i=1}^n$ 的正交投影, 则 $P_1 + P_2 + \dots + P_n = I$ 当且仅当 $H = M_1 \oplus M_2 \oplus \dots \oplus M_n$.

由于 P 是沿着零空间 $N(P) = R(I - P)$ 到值域 $R(P) = N(I - P)$ 的正交投影, 则由定理 3 得到推论 5 如下.

推论 5 设 H 是复 Hilbert 空间, P 是 H 到 H 的正交投影, 则 $H = N(P) \oplus R(P) = R(I - P) \oplus N(I - P)$.

定理 5 $P_M + P_N$ 是正交投影当且仅当 $P_M P_N = 0$. 特别地, $P_M \oplus P_N = P_{M \oplus N}$.

证明 必要性. 设 $P_M + P_N$ 是 H 上的正交投影, 则有

$$P_M + P_N = (P_M + P_N)^2 = P_M^2 + P_M P_N + P_N P_M + P_N^2, \tag{1}$$

由于 P_M 和 P_N 是 H 上的投影, 则有 $P_M^2 = P_M, P_N^2 = P_N$. 由(1)式得

$$P_M P_N + P_N P_M = 0, \tag{2}$$

用 P_N 左乘(2)式得

$$P_N P_M P_N + P_N P_M = 0, \tag{3}$$

用 P_N 右乘(3)式得 $2P_N P_M P_N = 0$. 再由(3)式得 $P_N P_M = 0$.

充分性. 由 $P_M P_N = P_N P_M = 0$, 从而得到(2)

式, 又推得(1)式, 即 $P_M + P_N = (P_M + P_N)^2$. 因为 P_M 和 P_N 是 H 上的投影, 所以 P_M 和 P_N 是自伴的, 故 $P_M + P_N$ 也是自伴的. 所以 $P_M + P_N$ 是投影. 又因为 $P_M + P_N = M \oplus N$, 所以有 $P_M \oplus P_N = P_{M \oplus N}$.

参考文献:

[1] Lindenstranss J, Tzafriri L. Classical banach spaces I [M]. New York; Springer-Verlag, 1973.

[2] Beauzamy B. Introduction to banach spaces and their geometry [M]. North-Holland; North-Holland Mathematics Studies, 1982.

[3] Taylor A E, Lay D C. Introduction to functional analysis [M]. Second Edition. New York: Springer-verlag, 1980.

[4] Kreyszig E. Introduction to functional analysis with applications[M]. New York; Springer-Verlag, 1973.

[5] 夏道行. 实变函数与泛函分析: 下册[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979.

[6] Conway J B. A course in function analysis[M]. New York; Springer, 1990.

[7] 林丽琼. 关于投影算子的等价关系[J]. 福建师范大学学报: 自然科学版, 2004, 20(2): 21-26.

[8] 虞志坚. 有关 Hilbert 空间上的投影[J]. 台州学院学报, 2005, 27(3): 18-24.

[9] 杜乃林. 正交投影列的强收敛准则与 Galerkin 广义逆的逼近[J]. 数学学报, 2007, 50(1): 43-54.

(责任编辑: 韦廷宗)