

编者按 骨架是描述物体几何及拓扑性质的重要特征,遥感图象上面状目标中心骨架线(主骨架)的自动提取是空间信息特征分析的基础,在数字图像处理、地理信息综合等方面得到广泛应用。目前,传统骨架提取方法对岛形等复杂地理对象主骨架的提取效果和几何精度较差。为此,笔者提出了基于 Delaunay 三角网的自动提取骨架技术,实例证明,此算法对复杂地物骨架的提取效果和内插精度较理想。如用该算法提取鞍部、谷地等地形变化较大地区和复杂农作物的中心骨架,也可获得较好地提取效果和较高的内插精度,从而促进计算机图像处理技术和农业信息化的发展。

基于二叉树结构的面状目标主骨架生成算法

魏巍,蔡栋 (南京大学地理与海洋科学学院,江苏南京 210093)

摘要 按照面状目标的数学定义将其分为简单目标和复连通目标 2 大类,应用基于 Delaunay 三角网自动提取骨架技术各类面状目标的主骨架进行提取。结果表明,该算法对目标主骨架的提取效果较好,且内插结果基本符合内插要求。

关键词 面状目标;主骨架;二叉树;三角网

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2009)16 - 07793 - 02

Main Skeleton Generation Algorithm of Area Object Based on Binary Tree Structure

WEI Wei et al (College of Geography and Marine Science, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093)

Abstract According to the mathematical definition of area objects, they were divided into 2 types such as simple and multiply connected object. The main skeleton of different kinds of area objects were extracted with the automatic extraction technology based on triangulation of Delaunay. The results showed that the algorithm had good extraction effect on main skeleton of area objects, and the interpolation results basically fitted to the requirement of interpolation.

Key words Area object; Main skeleton; Binary tree; Triangulation

面状目标主骨架的自动提取是空间信息特征分析的关键内容之一,在数字图像处理、地理信息综合以及面状目标注记自动配置等方面应用广泛。目前,众多学者深入研究了骨架线自动提取算法,但地理对象的形态复杂多样复杂,且存在岛形数据,使现有面状目标骨架线的提取方法大多局限于对简单多边形的研究,而对岛形等复杂地理对象面状目标骨架线的提取方法有待于进一步深入研究。

笔者对面状目标进行了系统分类,按照面状目标的数学定义将其分为简单目标和复连通目标两大类。其中,不含岛区的多边形称为简单面状目标,而含岛区的多边形称为复连通面状目标。在此分类的基础上,重点对复连通面状目标进行了深入研究,应用基于 Delaunay 三角网自动提取骨架技术,再以二叉树左序遍历为基础,自动提取面状目标的主骨架,研究中将主骨架定义为面状目标骨架的最长轴。

1 基本原理与方法

不同类型面状目标主骨架自动生成算法的流程为:①数据预处理:获取面状目标数据,通过数据离散处理,将其转换为点数据,同时进行重复性、冗余性检验,根据需要对数据点进行压缩;②构建面状目标内部的三角网:以预处理后的点集为数据源,以面状目标边界为约束条件,采用先逐点插入再逐个插入约束边的算法建立具约束条件的三角网^[6],且生成的三角网及其重心必须位于面状目标内部;③跟踪生成骨架:根据骨架基线提取的规则^[6],运用二叉树结构抽取骨架基线,再通过拓扑关系最终生成面状目标骨架;④根据面状目标类型,提取主骨架:采用二叉树左序遍历法,跟踪建立骨架线网络-弧段的拓扑关系,计算骨架线网络的最长骨架,作为面状目标的主骨架。



图1 研究技术路线

Fig.1 Research technical route

2 主骨架的分类提取

依据骨架基线提取出面状目标骨架后,若面状点集内不存在重复点,则该目标为简单面状目标,否则,为复连通目标。对于简单面状目标,采取基于最长路径的主骨架提取方法计算主骨架,该方法以当前面状目标的类型判定为基础,跟踪建立骨架点-弧段的拓扑关系,并计算每 2 个联结点间的距离。根据二叉树左序遍历的次序计算骨架线网络的最长骨架线,并以最长骨架线的路径作为面状目标的主骨架。该研究将骨架中左右子结点视为非空结点,称为中间节点,其他节点称为非中间节点。基于最长路径的主骨架提取具体算法如下:①以任意 1 个非中间节点作为当前节点;②若当前节点为当前搜索路径的起始点,则将其作为当前搜索路径的起始点,反之,计算当前搜索路径的累计路径长度,将当前节点加入到搜索路径中;③若当前节点(非起始点)为中间节点,则将其所连通的节点作为当前节点,计算路径的累计

作者简介 魏巍(1985 -),女,江苏扬州人,硕士研究生,研究方向:GIS 应用、开发及设计。

收稿日期 2009-03-09

长度,若累积长度大于最长路径,则将当前路径记录下来作为最长路径,清零累计长度;④所有结点通路搜索完毕后输出最长路径,否则转②。

在如图 2 所示的骨架线树中,搜索的所有路径如表 1 所示,经比较可得 A-E 为该骨架的最长路径,A-B-E 结点所经路径即为该面状目标的主骨架。

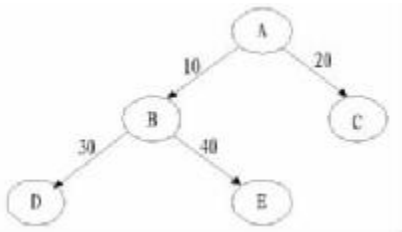


图 2 骨架二叉树结构示意图

Fig. 2 Binary tree structure of skeleton

表 1 最长骨架线搜索

Table 1 Longest skeleton line searching table

起始点-终点	路径长度	路径
Starting point- end point	Path length	Path
A-B	10	A-B
A-C	20	A-C
A-D	40	A-B-D
A-E	50	A-B-E
B-D	30	B-D
B-E	40	B-E

由于复连通面状目标自身的特殊性,该研究以其最长回路作为其主骨架。基于最长路径对复连通目标的主骨架进行提取时,应搜索骨架中的所有回路,将其计入最长回路,以此作为复连通目标的主骨架。

3 主骨架提取结果

该研究以 Visual C++ 6.0 为平台实现了基于二叉树结构的面状目标主骨架生成算法。图 3 左图为甘肃省行政边界骨架提取结果,右图为主骨架提取结果。对比 2 幅图可知,该算法保持了面状目标数学形态的完整性,并以二叉树结构保存了其骨架的拓扑信息,减少了其占用的内存空间。此算法以矢量为基础,与基于栅格的提取算法相比,运行效率较高,且对面状目标形态的描述效果较好。

为扩展算法应用,该研究将等高线内插作为相邻闭合等高线间构成的连通面状目标的闭合主骨架提取问题,内插结果如图 4 所示。由图 4 可知,基于 Delaunay 三角网自动内插生成的等高线效果较理想,内插结果基本符合内插要求。今后将在鞍部,谷地等地形变化较大的地区尝试利用骨架更精确的抽象等高线形态,可获得更高的内插精度。

4 结论

该研究应用基于 Delaunay 三角网自动提取骨架技术对各类面状目标的主骨架进行提取,结果表明,该算法对面状目标主骨架的提取效果较好,且内插结果基本符合内插要求。



图 3 甘肃省行政边界骨架

Fig. 3 Administrative boundary skeleton of Gansu Province



主骨架提取结果

Main skeleton extraction result



图 4 等高线骨架

Fig. 4 Contour skeleton



等高线内插结果

Contour interpolation result

参考文献

[1] DEY, TAMAL K ZHAO W L. Approximating the medial axis from the voronoi diagram with a convergence guarantee [J]. Algorithmica, 2004, 38: 179-200.
 [2] MARC NIETHAMMER, SANTIAGO BETELU, GUILLERMO SAPIRO, et al. Area-based medial axis of planar curves [J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60 (3): 203-224.
 [3] 李志林, 朱庆. 数字高程模型[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001.
 [4] 王辉连, 武芳, 王宝山, 等. 利用数学形态学提取骨架线的改进算法[J]. 测绘科学, 2006, 31 (1): 29-32.

[5] 杜瑞颖, 刘镜年. 面状地物名称注记的自动配置研究[J]. 测绘学报, 1999, 28 (4): 365-368.
 [6] 艾廷华, 郭仁忠. 基于约束 Delaunay 结构的街道中轴线提取及网络模型建立[J]. 测绘学报, 2000, 29 (4): 348-354.
 [7] 黄利民, 张跃鹏. 利用三角网方法实现面域骨架线的自动生成[J]. 测绘学院学报, 2002, 19 (4): 262-264.
 [8] 倪健, 董强. 基于 Delaunay 三角网的骨架提取算法研究[J]. 舰船科学技术, 2006, 28 (4): 106-108.
 [9] 余代俊, 耿留勇. 基于 Delaunay 三角形实现面状要素自动注记[J]. 测绘通报, 2006 (11): 26-28.