

基于山脊图的线状符号目标化方法的研究*

游 涟 胡 鹏 史建华

(武汉测绘科技大学土地科学学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘 要 在地图代数实现的距离变换基础上, 提出一种基于山脊图的线状符号目标化方法, 为解决线状符号自动跟踪数字化问题提供了一种可选途径。

关键词 目标化; 山脊图; 脊线; 距离变换

分类号 P283.7

1 获取数据的方法

数字化是指通过图数转换装置将现有的地图图形离散化为数据。基于手扶跟踪数字化仪的常规数字化方法, 在数字化过程中可以由人对图形自由取舍, 并可作一定程度的综合, 但该方法有着明显的缺陷: 首先是精度差, 这主要是手扶跟踪数字化仪本身的精度所决定的读数误差以及在操纵数字化仪时产生的对点误差和遗漏, 这些都将影响数据的质量; 其次, 输入速度慢、劳动强度大, 容易使人疲劳而产生误差。常规的数字化方式在速度和精度方面已明显不能适应 GIS 技术发展的需要, 成为当前制约 GIS 技术应用发展的一个瓶颈问题。扫描数字化作为一种数字化方法, 为快速而准确地获取数据资源、解决此瓶颈问题提供了一条重要途径。

扫描数字化是借助于扫描仪和相应的扫描软件由机器自动完成的一种快速数字化方法, 它克服了手扶跟踪数字化仪存在的弊端, 精度高, 不会有漏、错现象, 为我们提供了一条快速而简洁的数字化途径。但由于扫描数字化得到的栅格数据并不是按实体组织的, 因此为了将其运用于地理信息系统, 还必须对扫描获取的数据进行目标化。以下讨论线状符号的目标化问题。

2 线状符号目标化

线状符号是表示顺线状延伸的物体或制图现象的符号, 它的多样性和复杂性是目标化的重大障碍。尽管目前对线状符号目标化的研究较多, 但

大多是基于灰度或二值图像的, 在细化、提取中轴线后用跟踪搜索的方法完成目标化。这些方法对规则的连续线划较为理想, 主要面对建筑设计图、机械图等工程图纸, 但对地图中特殊的线状符号如铁路、境界等却不能圆满解决。如何在各种情况下精确地抽取骨架图, 寻找一种对所有类别的线状符号都行之有效的目标化策略成为当前扫描数字化走向实用亟待解决的问题。本文提出了一种基于山脊图的目标化方法, 其处理过程如图 1 所示。

产生山脊图 → 细化 → 跟踪 → 目标化

图 1 基于山脊图的目标化过程

Fig. 1 Objecting Procedure Based on Ridge Map

2.1 线状符号目标化的数据结构

为确保目标化所生成的矢量数据能作为地学数据库及 GIS 直接利用的数据, 在此将严格按关系数据库标准组织目标矢量数据, 依线状符号特征设计两个关系型数据库: 属性库 (包含目标号、分类码、名字及属性特征) 和几何库 (包含目标号和定位点), 它们分别记录符号的各种属性特征和符号的定位、定向信息。这种结构的建立, 可以很方便地以关系数据库为依托, 对线状符号进行检索、查询、增删等。其中, 目标号记录目标的序号; 分类码表示该目标的类别; 名字则记录该目标的名字特征, 如某河流名为长江; 属性特征通常可依据线状符号的特征增减; 定位点记录该目标对应的一系列线划中心点。

2.2 山脊图的产生

如果把灰度图像中的灰度看作高度, 它就相当于一个起伏有致地形图, 存在着脊、沟、峰、谷

收稿日期: 1998-09-13. 游 涟, 女, 35 岁, 副教授, 现从事 GIS 研究。

* 国家自然科学基金资助项目, 编号 49171055。

等地貌现象,为此,我们把灰度图像称为地形性基本素描表达。

山脊图实质上是一种地形性基本素描表达,线状符号的山脊图就是从中心像素开始向外像素值从大到小的图像,用位图表示则是严格地由内向外的一层层不同颜色分布。图 2 为境界线的山脊图细部示例,这样线状符号的中心就具有脊线的特征,而这种性质正是完成目标化的依据。

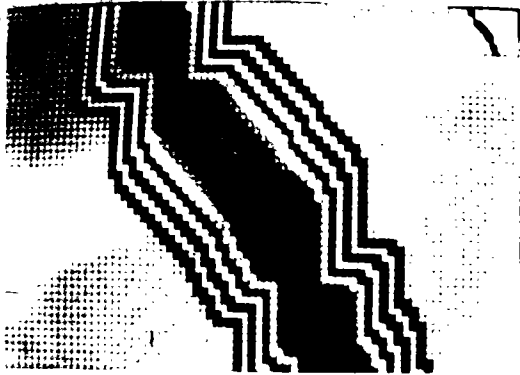


图 2 山脊图示例

Fig. 2 Example of Ridge Map

运用地图代数系统中的代数运算方法所实现的距离变换,可方便地产生线状符号的山脊图。这里所说的距离变换包括内距变换和外距变换,是根据由图形的边界向内或向外传播的波动模型而提出的。把由边界传播到各像素点的国际象棋盘距离作为该像素点的像素值。

1) 外距变换

求取空像元到最近实像元的距离。在此假设处理对象为 $M \times N$ 的 16 色位图阵列,距离为棋盘距离(下同),则该变换算法为:

① 把原单色位图变成彩色位图,即原像素值为 1 (空像元) 变成 0XF,原像素值为 0 (实像元) 变成 0X0;

② 增序求 0XF 像元距 0X0 像元的最近距离 C_{ij} ;

③ 减序求 0XF 像元距 0X0 像元的最近距离 D_{ij} ;

④ 求每个 0XF 像元距 0X0 像元的最近距离 $E_{ij} = \min(C_{ij}, D_{ij})$ 。

2) 内距变换

求取实像元到最近空像元的栅格距离。该变换算法为:

① 把原单色位图变成彩色位图(同外距变换);

② 增序求 0X0 像元距 0XF 像元的最近距离 C_{ij} ;

③ 减序求 0X0 像元距 0XF 像元的最近距离 D_{ij} ;

④ 求每个 0X0 像元距 0XF 像元的最近距离 $E_{ij} = \max(C_{ij}, D_{ij})$ 。

3) 彩色位图变换为单色位图

将 16 色彩色位图中所有像素值中大于 0X0 小于 0XF 的像元赋值为 0X0。

对于不同结构的线状符号,动态地使用距离变换方法,可得到各类线状符号的山脊图。如对规则连续线划,直接采用内距变换即可获得山脊图;而对于像铁路这种中空的符号或具有间断的符号,则需按照外距变换、彩图变单色图、内距变换的步骤进行。

需要说明的是,上述变换方法也可用于 256 色位图,此时所使用的距离称之为精确距离,其角相邻栅格距离为 $\sqrt{2}$,边相邻栅格距离为 1,具体变换此处不再论述。

2.3 细化

位图中某个像素具有山脊的特征,就是说当顺着山脊行进时,观察者的左右侧各像素值都不大于该像素值。通过上述距离变换得到的山脊图就具有脊线的特征,该脊线恰恰就是线状符号的中心线,这样,问题转化为跟踪山脊图的脊线。

在跟踪山脊图脊线完成目标化之前,要做的工作是细化山脊图,从中抽取脊线。细化就是判断哪些点属于脊线上而应予以保留,哪些点不属于脊线上而应将其删除的过程,具体做法是对某当前像素点 A 判断其八邻域中比它的像素值大的像素数,然后依据该值对像素点 A 进行保留或删除,经过这样的处理就只保留了山脊图的连通脊线。

2.4 跟踪

这一步主要解决的问题是,当跟踪到某一像素点 A 后,如何在该像素点的八邻域内选择后继像素点 B。设 A 为当前的跟踪像素点, \vec{O} 为当前的跟踪方向,则可在沿 \vec{O} 方向的 180° 扇形判优域内寻找后继像素点 B,如图 3 所示。

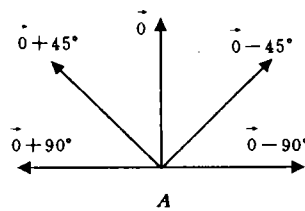


图 3 扇形判优域

Fig. 3 Fan Optimum Decision Region

跟踪过程为:

① 确定判优域中的连通性,即确定具有同一性质的像素间的互相连接情况;

② 确定连通域波的中点,此为最优的后继像素点 B ;

③ 以 $A \rightarrow B$ 方向作为下一跟踪方向 \vec{O} ,使 B 点成为当前像素点;

④ 为保证跟踪的唯一性,在 \vec{O} 相反方向的删除域中删除先前的跟踪点,此时应注意保留分枝结点,即删除域中的某像素点是否删除,要以其 5×5 环域为判别域,视其相邻像素点的性质而定,这样既可保证目标化的唯一性,又能保证交叉

处不丢点。

3 实验与结论

图 4 为实验时提取的单要素样图,图 5 是经过距离变换形成的山脊图,细化山脊图并跟踪脊线完成目标化,结果如图 6 所示。

在实验处理过程中,对所跟踪的点逐点计入数据文件后,再用道格拉斯方法进行综合处理。这种方法能较好地保持曲线的特征点和形状特征,在各种自动综合算法中综合效果占优,但由于它是对整条曲线进行处理,因而数据量大。若运用光

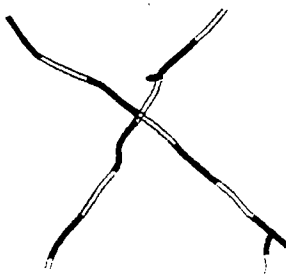


图 4 提取的单要素图

Fig. 4 Single Feature Drawing

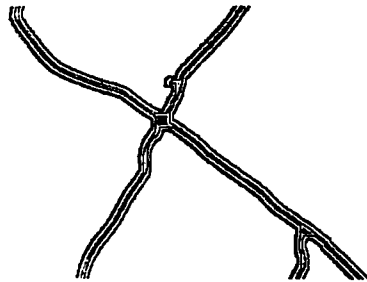


图 5 山脊图

Fig. 5 Ridge Map



图 6 跟踪脊线完成目标化

Fig. 6 Objecting Result

栅法,按给定阈值保留曲线的特征点,进行实时处理,可大大缩减数据量,节约资源。

本文提出的基于山脊图的线状符号目标化方法,力求寻找一种对所有类别的线状符号都行之有效的目标化策略。无论是连续规则的线划还是具有中空的或间断的符号,只要动态地使用距离变换,最终都将以山脊图的形式描述,为获取一种通用的线状符号目标化方法提供了可能。但是,由于距离变换形成的是一条具有一定粗度的“山脉

线”,故对线划稀疏地区效果较好,而对线划稠密地区则可能联成片。为解决这一问题,还需对算法作进一步的改进,以求软件的实用化。

参 考 文 献

- 1 史建华. 地图点状符号和线状符号的扫描目标化: [学位论文]. 武汉: 武汉测绘科技大学, 1995
- 2 徐庆荣, 杜道生. 计算机地图制图原理. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1993

The Study of Line Symbols' Objecting Based on Ridge Map

You Lian Hu Peng Shi Jianhua

(School of Land Science, WTUSM, 129 Luoyu Road, Wuhan, China, 430079)

Abstract Based on the distance transformation of catographic algebra, the common objecting method of line symbols is proposed, which is based on the ridge map. Satisfactory result was achieved.

Key words objecting; ridge map; ridge line; distance transformation