

一种矢量道路图层节点匹配新算法^①

孙棣华 毕俊杰 廖孝勇 (重庆大学 自动化学院 重庆 400044)

摘要: 针对矢量道路图层在生成过程中存在的过头、不及以及交叉口分离等典型的不规范情况, 提出采用距离最近原则确定与道路交叉口相连接的各道路之间的关系, 应用直线段延长法以及直线段替换法等处理方法, 将原始道路图层规范化的节点匹配算法。应用该算法, 在 VB6.0 开发环境和 MapInfo 二次开发控件 MapX 支持下, 实现了原始道路图层中所有道路的正确关联, 为路网拓扑结构的正确构建打下良好的基础。实验结果表明, 该算法适用于道路拓扑复杂情形。

关键词: 节点匹配; 路网拓扑; MapX; Mapinfo; 道路图层

A New Algorithm of Node-Matching for Vector Map

SUN Di-Hua, BI Jun-Jie, LIAO Xiao-Yong

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Considering the typical irregularities in vector road map layer, this application is used to determine the relationship among the various connecting roads, extend the straight-line segment, and replace the straight-line segment. The standardization of the original road layer node matching algorithm is presented. Through application of the algorithm presented, the standardization of road map layer of MapInfo is achieved in the VB6.0 development environment with MapX control. The experimental results show that the algorithm can be applied to the topology complexity road.

Keywords: node-matching; road network topological; MapX; Mapinfo; road layer

1 引言

在地理信息系统(GIS)中, 矢量数字地图相比于栅格数字地图, 具有占用空间小、缩放不失真等优点, 因而得到了广泛的应用。路网拓扑结构描述的是矢量数字地图中道路对象在空间位置上的相互关系, 是地理信息系统(GIS)对道路对象进行空间分析的基础。由于数字地图在矢量化过程中存在误差, 因此道路对象在矢量数字地图中往往在交叉口处出现如图 1 所示的过头、不及以及交叉口分离等典型的不规范情况, 节点匹配是将道路对象在交叉口处的各种不规范情况规范化的过程, 是路网拓扑结构构建过程中关键的预处理技术, 节点匹配的精度是路网拓扑结构能否准确构建的重要标准。

Mapinfo 是美国 Mapinfo 公司的桌面地理信息

系统软件, 是目前各种 GIS 中较流行的桌面型应用平台, 凭借着其良好的空间信息与属性信息结合能力以及图形能力而得到了广泛的应用。同时, Mapinfo 公司向用户提供了具有强大地图分析功能的 ActiveX 控件 MapX, 借助 MapX 控件可以方便地进行 Mapinfo 的二次开发。Mapinfo 矢量数字地图空间数据结构是分层存放的, 将一张地图分成不同的图层, 每个图层可以反映不同的地理要素, 这样就可以方便的对其中的某一图层进行操作, 不仅可以提高图形的搜索速度, 而且便于调用、更新和管理^[1]。所以, 许多城市交通数字地图均采用 Mapinfo 格式。

在 MapInfo 中, 矢量道路图层是将所研究的道路对象, 在 MapInfo 下抽象为折线, 其中每条折线又是由一系列的道路节点表征的。这样针对矢量道路图层

^① 基金项目:重庆市科技攻关项目(2005AC6037);重庆市交通委员会科技项目
收稿时间:2010-01-26;收到修改稿时间:2010-03-17

的节点匹配也就是对在 Mapinfo 中表征道路对象的道路节点序列的处理, 进而达到节点匹配的目的。

目前, 针对矢量道路图层的节点匹配主要分为两类:

(1)手动方式。如文献[2]应用 MapInfo 提供的节点抓取功能, 手动方式必须手动设置最后节点(Mapinfo 中最后节点是指表征道路对象的道路节点序列的第一个以及最后一个道路节点)公差, 对在一定公差之内的道路节点进行处理, 这种方法操作简单, 但只能针对道路较少的道路图层进行处理, 对于城市中存在的成百上千条道路来说, 这种手动处理的方法工作量是不可想象的。同时, 最后节点公差的选取也会对道路图层产生很大的影响, 过大会造成道路几何特征的严重变形, 过小有些道路节点得不到处理, 无法满足要求。

(2)在程序中设置“捕获距离”。如文献[3]当节点间、或者节点与线间距离小于所设定的捕获距离时, 将不规范的节点自动连接。文献[4]的主要方法是找到道路节点, 求取这些道路节点所组成的区域的重心, 以此重心作为新的交叉口节点。以上两种方法克服了 MapInfo 节点抓取功能手动处理工作量大的缺点, 但是也会造成道路几何特征的较大的变形。文献[5]在文献[4]基础上, 对节点进行了信息的补充与修改, 精度在一定程度上得到了提高, 但是由于增加了存储空间, 降低了空间查询的效率, 同时增加、修改节点本身就改变了道路的几何特征。

针对上述节点匹配算法的不足, 本文以 Mapinfo 格式矢量数字地图道路图层为例, 针对现有道路图层在矢量化过程中出现的如图 1 所示的不规范情况, 提出一种准确、高效的矢量道路图层节点匹配算法。



图 1 道路图层中三种典型的不规范情况

2 新算法的基本思想

道路图层节点匹配的关键是在保证道路节点正确关联的同时, 最大限度的不影响原道路图层中道路的几何特征, 同时尽可能的提高匹配的效率。

本文算法的依据是根据道路拓扑特征的复杂程度, 对与交叉口相连接的道路分别进行如下处理: (1)对于两

条道路交叉点不规范的情况, 通过求两条道路的延长线总能找到两条道路的交点, 以此交点作为交叉口节点, 既保证了道路节点的正确关联, 同时也不会改变道路的几何特征, 如图 2 所示。(2)对于三条道路交叉点不规范的情况, 找到其中最近的(距离最近)两条道路的交点作为交叉口节点, 可以最大限度的不影响其它相关道路的道路几何特征。(3)对于三条以上道路交叉点不规范的情况, 我们采用平均距离距离最小原则, 即利用与交叉口点相连接道路节点的重心作为新的交叉点, 并将新的交叉口节点与道路相邻直线段的中点相连接降低平均误差以及存储密度。

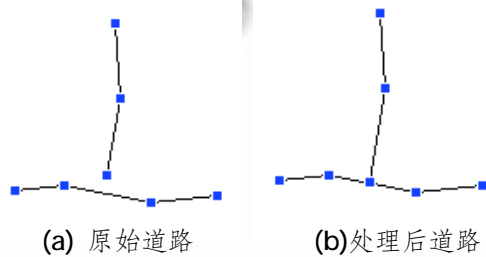


图 2 算法依据(1)图示

本文算法的基本思想是:

第一, 利用 Mapinfo 二次开发控件 Mapx 集成的操控函数可以方便的获取原始道路图层中与每个道路节点相连接的道路数量, 以此可以判断正在处理的道路节点是否是原始道路图层的交叉口, 即当与某一道路节点相连接的道路数大于 1 时, 则道路节点为原始道路图层的交叉口。

第二, 根据搜索到的道路数, 分情况处理, 因为对于两条道路来说, 与交叉口点相连接的两条道路的相邻直线段延长后一定会有交点, 以此交点为作为新的交叉口节点, 这样不仅保证了道路节点的正确关联, 而且不会影响原道路的几何特征; 对于三条道路来说, 选择其中距离最近的两条道路, 求它们的相邻直线段延长线的交点, 以此交点作为三条道路新的交叉节点, 同时求取与此交叉节点相邻的第三条道路的直线段的两端点的中点, 重新绘制第三条道路, 将与新的交叉节点相邻的第三条道路的直线段替换为新的交叉节点与直线段中点组成的直线段以及直线段中点与直线段中某一端点组成的直线段两段。对于三条道路以上的情况来说, 求取与交叉口点相连接道路节点的重心, 此重心作为新的交叉节点, 分别求取此交叉点到与其他道路相邻直线段的中点的连线, 作为道路的新的直线段, 并重绘道路。

3 算法设计

3.1 定义

为了方便描述算法,给出以下定义:

(1) R_i : 在原始道路图层遍历的第 i 条道路。

(2) P_j : 在 R_i 的节点集合中遍历的第 j 个点。

(3) SRJ : 以 P_j 点为圆心,在道路图层中搜索到的道路集合。

(4) $SRCnt$: 以 P_j 点为圆心,在道路图层中搜索到的道路集合个数。

(5) Pnt : 影响某一道路交叉口的道路节点集合。

3.2 算法设计

(1)提取原始道路图层中 R_i 的节点集合,以道路节点 P_j 为圆心,选取适当的半径 R ,在原始道路图层中搜索道路,搜索到的道路添加到 SRJ 中,记录 SRJ 的道路的个数 $SRCnt$ 。

(2)如果 $SRCnt$ 为 1,转(1)。如果 $SRCnt$ 大于 1 时,分情况处理:

a. $SRCnt$ 为 2 时,将相邻的两条道路的相邻的折线段延长,延长线的交点即为两条道路的交叉点,分别更新两条道路的道路节点集合,并重新绘制道路。

b. $SRCnt$ 为 3 时,首先如上一步骤找出其中任意两条道路的交叉点,然后判断找出的交叉点与第三条道路的关系,如果找出的交叉点与第三条道路的距离的最小值小于 R ,则将找出的交叉点添加至第三条道路的节点集合中,重新绘制三条道路;如果找出的交叉点与第三条道路的距离的最小值大于 R ,则重新选择两条道路找出交叉点,再与另外的道路进行关系判断,直到确定 R_i 与其邻接道路的交叉点。

c. $SRCnt$ 大于 3 时,搜索所有影响交叉口的道路节点,添加到 Pnt 中,将 Pnt 中所有点的重心作为新的交叉节点,分别求取此交叉点到与其他道路相邻直线的中点的连线,作为道路的新的直线段,清空 Pnt 并重绘道路。

(3)清空 SRJ ,重复以上步骤,直到原始图层所有的道路都得到处理。

3.3 实验结果分析

本文借助 VB6.0 以及 MapX 二次开发控件,对重庆市江北核心区的道路进行了算法的验证。图 3 是本文算法与其他常用算法的对比图。图 3(b)是利用 MapInfo 提供的节点抓取功能对图 3(a)处理后的结果、图 3(c)是利用设置捕获距离对图 3(a)处理后的结果,其中节点抓取以及设置捕获距离所选取的阈值对

结果影响很大,由于图 3(a)的几何特征比较复杂,所以出现了严重的几何变形。图 3(d)是利用计算重心的方法对图 3(a)处理后的结果,相对于前两种算法处理后的结果,计算重心的方法在精度方面有一定的提高,但是也出现了较大的几何变形。图 3(e)是本文算法对图 3(a)处理后的结果,从图中可以看出,本文算法相对于三种常用的处理方法,精度明显提高,保证了最大限度的不影响原道路图层中道路的几何特征。

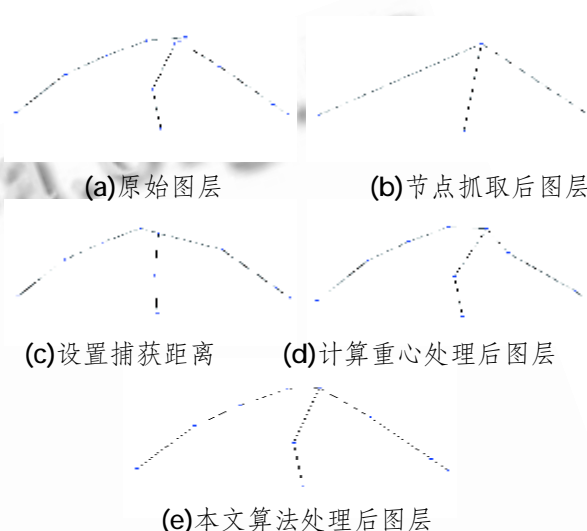


图 3 本文算法与其他常用算法处理结果对比图

4 结论

利用 MapInfo 的二次开发控件 MapX,在 VB6.0 可视化开发环境中通过引入本文算法不仅实现了节点匹配的自动处理,而且精度明显提高,道路复杂几何特征变形很小。处理后的道路图层不仅保证了道路图层中道路之间的正确关联,同时也为路网拓扑结构的准确构建打下良好的基础。

参考文献

- 1 齐锐,屈韶林,阳林赞.用 MapX 开发地理信息系统.北京:清华大学出版社,2003.13-14.
- 2 公丕波,郝金明,朱伟刚.MapX 支持下道路网络拓扑结构构建方法.测绘工程,2004,13(4):53-54.
- 3 熊少非,赵丕锡,李军.MapInfo 中城市道路网络拓扑结构的自动生成.测控技术,2005,24(3):67-68.
- 4 张宏,温永宁,刘爱利等.地理信息系统算法基础.北京:科学出版社,2006.112-113.
- 5 孙棟华,肖锋等.基于预处理的城市路网拓扑结构构建算法.计算机工程与应用,2008,44(23):233-234.