

兼顾属性信息的矢量伪节点检查及自动消除方法

张伟

(福建省基础地理信息中心, 福建 福州 350003)

摘要: 伪节点的检查与消除是拓扑关系处理中的重要内容, 但目前大多数软件检查伪节点时不考虑要素的属性信息, 导致查出很多合理的伪节点, 造成不必要的干扰。本文提出了兼顾属性信息的伪节点检查及自动消除方法并在 FME 中编程实现, 通过试验证明可以提高生产效率, 同时也可用于线状要素的自动接边。

关键词: 伪节点; 拓扑; FME;

Method of Pseudo-node checking and automatic elimination taking into account attribute values

Zhang wei

(Fujian Provincial Geomatics Center, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: Checking and elimination of a pseudo-node is important, but most software can not be considered of attribute values, As a result lots of reasonable pseudo node come out. In this paper, Taking into account the attribute value of the pseudo-node checks and automatic elimination method using FME . The method proved can improve production efficiency, and also can be used for linear feature automatically merge..

Key words: Pseudo-Node; topology; FME

0 引言

在生产过程中伪节点的检查 and 消除是十分重要的一个环节, 伪节点 (Pseudo-Node) 是拓扑规则表述中的一个术语, 即: 两个结点相互接触, 连接成一个结点, 称为伪结点, 常用于线-线之间的拓扑描述。“拓扑”来源于希腊文, 为“形状的研究”。现实世界中的地理要素可抽象为点、线、面来表达, 它们之间的空间几何关系就称为拓扑关系^{[1][2]}。完整和合理的拓扑关系是空间数据进行空间分析的前提, 也是重建地理实体的基础。经典的拓扑关系通常用“九交模型 (9-Intersection Model, 9-IM)”来描述, 主要包括点-点、点-线、点-面、线-线、线-面、面-面这几类。一般来说正确的拓扑关系要素中是不能存在伪节点, 即线段的端点不能仅仅是两个端点的接触点 (不包括自身首尾接触)。违反规则的地方将产生点错误, 修正的方法是将伪结点两边的线段合并为一个条线, 伪结点自然消除。

常用线状表达的地理要素主要包括: 交通、水系、境界等, 通常来说交通和水系常常是连成网状, 要素多且属性复杂, 因此伪节点的检查及消除的工作量十分繁重, 但又是不可缺少的重要步骤, 因此如何快速的检查出不合理的伪节点并能进行自动消除是本文的主要研究内容。

1 伪节点的检查

1.1 伪节点存在的原因

伪节点是线段的端点仅仅是两个端点的接触点^{[3][4]}, 如图 1 所示, 线段 A 和线段 B 相接触的地方是两个端点的接触点, 因此该处存在伪节点。伪节点存在的原因一般都是在生产过程中一条线段没有一次性画完, 而是分两次或多次完成, 还有一种情况是 2 幅标准图幅的线状要素拼接时未进行连接, 在接边处便存在伪节点。根据实际情况伪节点分为 2 种情况, 即: 合理的伪节点和不合理的伪节点。合理的伪节点是 2 段道路本身应该是不同的, 主要体现在属性信息上, 以图 1 为例, 线段 A 和线段 B 如果是同一条相同道路的 2 段, 那么该处

即为不合理的伪节点。但如果是 2 段不全部一样的道路，比如道路宽度、道路材料、道路等级、道路编码或道路名称有所不同，则该处即为合理的伪节点。

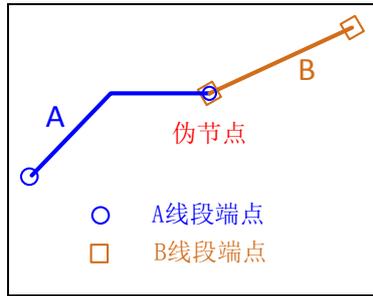


图 1 伪节点示意图

1.2 常用的伪节点检查方法及不足

目前常用的地理信息软件如：ARCGIS、GEOWAY 都有便捷的伪节点检查方法，一般都只可以一键完成。如在 ARCGIS 平台中一般先进行数据入库，对入库后数据建立拓扑规则，验证拓扑规则（不能存在伪节点）后即完成了伪节点的检查。伪节点检查一般是以图层为单位进行的，可以对单个图层或多个图层进行检查，同时将检查结果进行标识便于人工的核对。

目前多数的软件对于伪节点的检查只限于要素形状的伪节点检查，几乎都不考虑要素的属性值，这样检查后的伪节点就存在许多合理的伪节点，后期还需要花费大量的人工去核实，降低了生产效率。ARCGIS 虽然可以设置将拓扑检查后的不需要的伪节点（unnecessary pseudo nodes）根据属性设置过滤后显示，但其拓扑检查必须是数据库格式，无法直接对 SHP、CAD 等格式进行。因此在生产中的伪节点的检查应该易操作，需同时兼顾要素几何特征和属性特征的综合检查。

2 兼顾属性信息的伪节点检查方法

为了弥补目前常用地理信息软件中只针对几何特征的伪节点检查的不足，本文提出了兼顾属性信息的伪节点检查的方法，即检查消除不合理的伪节点。主要的检查思路可分为两个步骤，即：先进行几何特征的伪节点检查，其次根据检查出的伪节点分别判断该伪节点两边的属性值，如果某些指定的属性值不同则认为该伪节点是合理的，应予以排除，最后剩下的就是我们要的不合理的伪节点。

基于几何特征判断伪节点的时候需要说明一种特殊情况。根据伪节点的定义“线段的端点仅仅是两个端点的接触点，但不包括自身首尾相连的线段”，简单的说就是需要排除单个要素中的闭合线。兼顾属性信息的伪节点检查的技术路线如图 2：

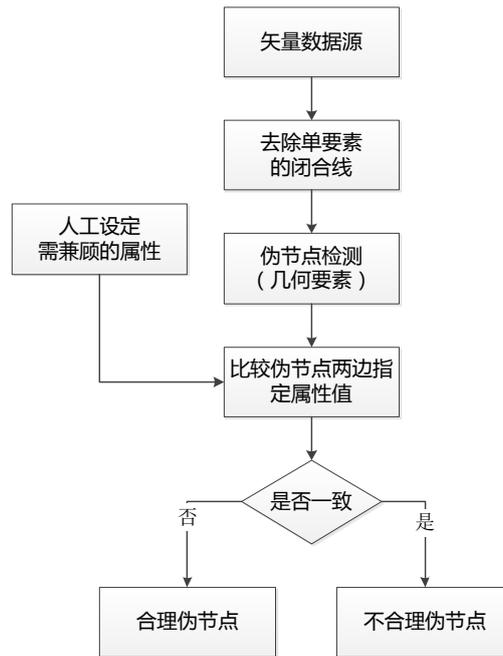


图2 兼顾属性的伪节点检查技术路线

目前矢量数据的格式众多，伪节点的检查也需要根据数据格式选用不同的软件。为了兼顾属性信息进行伪节点的检查就需要在不同的软件平台上进行二次开发，但这是不现实的。需要找到一个平台能够兼容多种矢量格式，并可以针对这些矢量特点进行开发。

FME (Feature Manipulate Engineering, 简称 FME) 是加拿大 Safe Software 公司开发的一套空间与非空间数据分析、处理、转换、共享的方案定制软件^[5]。它支持超过 300 种格式的空间数据与非空间数据的处理与转换，FME 在转换过程中能对数据的图形和属性做灵活的处理，为进行快速、高质量、多需求的数据转换应用提供了高效、可靠的手段。因此本文采用 FME 软件实现了兼顾属性信息的伪节点检查的方法，这些属性信息是可以按照需要进行定制，可灵活变化，适合矢量数据的多种要求，同时 FME 支持多种矢量格式，可以实现不同格式数据的批处理，大大提高生产效率。

在 FME 中实现这个检查方法，主要经过如下步骤^[6]：

- (1) 线端点的获取：通过 CoordinateExtractor 函数设定索引号可获取线的两端点坐标。
- (2) 获取只有两个端点连接的点：通过 PointOnPointOverlayer、LineOnAreaOverlayer 函数配合 List 相关函数可以比较道路端点边的线段属性，这些属性项是根据预先设置好的需要兼顾属性项。
- (3) 排除单要素闭合线：按照定义需要排除这类闭合线，这类闭合线的首尾两个点是重合的，并且只有一个线段要素，通过比较该线段的首尾端点是否重合可选择出需要的不合理的伪节点。
- (4) 根据伪节点的位置向外扩充一定的距离绘制圆，该圆主要是为了标出不合理伪节点的位置，便于下一步的人工核对，圆的半径大小可按照需要进行设置^[7]。

3 兼顾属性信息的伪节点自动消除方法

伪节点的检查目的就是为了消除伪节点。消除不合理伪节点后可以将两段相同属性信息的线合并成一条，即线连接。因此通过消除接边处的不合理伪节点可以实现线的自动接边。例如：需要将同一比例尺的标准分幅数据进行拼接整合，可直接将其合并后再进行不合理伪节点的消除就可以将线自动接到一起，大大减少了人工接边的工作量。

FME 中进行线连接的函数是 Linejoiner，该函数可以将设定好相同属性项的线要素进行连接。需要注意的是进行线连接的时候只能是有存在不合理伪节点的地方进行连接，其他要素不做出来，这样不会破坏数据原来的拓扑关系。因此线的自动接边应该是在检查出不合理伪节点的前提下进行的。

4 试验研究

本次的试验目的主要是为了验证兼顾属性信息的伪节点检查程序的可靠性和正确性，同时也对批量消除伪节点的程序进行试验，实现线的自动接边功能。

4.1 试验数据

交通是地理信息要素中较复杂的要素，要素数量多，属性复杂，要素形状也非常复杂，因此在本试验中选择沿海某城区的道路数据作为试验数据源。该数据源已做好各种拓扑关系，不存在不合理的伪节点数据，但存在合理的伪节点。

该道路数据总计有 1070 个要素。根据需要设置兼顾的属性项，包括道路的名称、代码、材质、等级、宽度。

4.2 试验方法

本试验主要分为两步，第一步是伪节点的检查，验证兼顾属性的伪节点检查程序的可靠性。第二步是伪节点消除的试验，验证程序是否能消除不合理的伪节点，实现自动接边。为使试验结果更可靠和直观，将兼顾属性信息的伪节点检查方法结果与 ARCGIS 中伪节点检查的结果进行比较。同时为了更好的区别合理的伪节点和不合理的伪节点，试验时将该道路数据沿某一条直线断开，形成左右部分道路数据，人为的产生一系列的不合理伪节点，从理论上说这些道路上不合理的伪节点应该在断开的地方，呈直线分布。

为了消除这些不合理的伪节点，运行批量消除伪节点的程序，将运行结果在 ARCGIS 中进行伪节点检查，验证接边处是否还有伪节点；同时将结果与原始未断开的道路数据从数量和属性上进行比较，看是否通过消除伪节点后实现了自动接边恢复道路最初的数据。

4.3 试验结果

首先从试验的结果，如图 3 上看，兼顾属性的伪节点检查得到的结果点数只有 20 个，且都集中分布在切割线上，并且点的位置与 ARCGIS 中检查出来的伪节点完全吻合。而 ARCGIS 检查出的伪节点数量为 85 个，有 76.4% 的伪节点是合理的伪节点，这点可以从图中道路颜色不同看出，这些道路线的颜色是根据人工设置需兼顾的属性项的值不同而不同。因此该试验结果与预期的结果完全一致。



图3 兼顾属性信息的伪节点检查结果与 ARCGIS 伪节点检查结果比较

自动消除不合理的伪节点的运行结果在 ARCGIS 中伪节点检查的结果显示在接边处的位置已经都不存在伪节点,但其它地方还有伪节点如图4,说明已经成功的消除了不合理的伪节点。运行结果的要素数量与属性内容与原始道路数据是完全一致的,实现了自动接边。



图4 左图是未接边的数据右图是移除不合理伪节点后的检查结果

4 结论

生产过程一般软件都无法兼顾要素的属性进行伪节点的检查,对伪节点的检查结果还需要人工进行核实。本文提出了兼顾属性信息的伪节点检查方法,最后的结果只显示不合理的伪节点,并通过 FME 编程实现,同时也实现了对这些不合理的伪节点进行自动批量消除的程序。为了验证该程序的可靠性和有效性,选取了某城区的路网数据做试验,并与 ARCGIS 的伪节点检查结果进行比较,证明该程序达到了预期的目的,可应用在生产实践中,提高生产效率。

兼顾属性信息的伪节点检查方法可应用于数字城市的基础数据整合更新、电子地图数据生产、地理实体化改造等方面。通过对不合理的伪节点的自动消除可以实现线状要素的自动

接边，可应用于基础地理信息数据的拼接、整合，局部区域矢量数据的更新等。

参考文献

- [1] 郭伦, 刘瑜, 张晶等.地理信息系统-原理、方法和应用[M].北京:科学出版社, 2001
- [2] 胡鹏,黄杏元,华一新.地理信息系统教程 [M].武汉: 武汉大学出版社, 2002
- [3] Esri.ArcGIS 帮助库 [DB/OL].<http://www.arcgis.com/>, 2013-3-15
- [4] 郑俊涛.数字地形图质量检查系统的研究与实现[D].江西理工大学, 2011
- [5] Safe Software.产品介绍. [DB/OL].<http://www.safe.com/fme/fme-technology/>,2013-8-5
- [6] 曾衍伟, 龚健雅.空间数据质量控制与评价方法及实现技术[J].武汉大学学报 (信息科学版), 2004, 29 (8) : 686-690
- [7] 杨鹏, 蔡红涛.利用 FME 将 SHP 中的拓扑错误输出到 CAD[J].科技视界,2012,7 (21) :127-128

作者简介: 张伟, 硕士, 主要从事遥感影像处理、遥感信息提取的研究与应用。

电话: 15959131889; 51359274@qq.com

收稿日期: 20131202