

基于导航电子地图的道路路网数据的检查方法

刘娜^{1*}, 赵亮²

¹西安航天宏图信息技术有限公司, 陕西 西安

²中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司, 北京

收稿日期: 2024年9月8日; 录用日期: 2024年10月1日; 发布日期: 2024年10月8日

摘要

导航电子地图已经被人们广泛应用, 导航终端应用的准确度决定于导航电子地图的数据质量, 所以对提高电子地图数据的质检尤为重要。对于导航电子地图, 数据的路网质量更是起着决定性作用, 对导航电子地图数据路网的质量检查进行了研究, 主要包括拓扑捏点处理, 拓扑悬挂点处理, 道路浮岛检查和道路路网连通性检查4种方法, 用以控制数据挂接的正确性及数据的连通性, 从而提高了道路路网数据的质量。

关键词

导航电子地图, 路网, 检查, 拓扑, 浮岛, 连通性

Inspection Method of Road Network Data Based on Navigation Map Electronic Map

Na Liu^{1*}, Liang Zhao²

¹Xi'an PIESAT Information Technology Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Beijing Engineering Corporation Limited, Beijing

Received: Sep. 8th, 2024; accepted: Oct. 1st, 2024; published: Oct. 8th, 2024

Abstract

Navigation electronic maps have been widely used by people. The accuracy of navigation terminal applications depends on the data quality of navigation electronic maps, so it is particularly important to improve the quality inspection of electronic map data. For navigation electronic maps, the quality of the road network of the data plays a decisive role. The quality inspection of the

*第一作者。

navigation electronic map data road network is studied, which mainly includes topological pinch point processing, topological suspension point processing, road floating island inspection and road network quality inspection. Four methods of network connectivity check are used to control the correctness of data hooking and data connectivity, thus improving the quality of road network data.

Keywords

Navigation Electronic Map, Road Network, Inspection, Topology, Floating Islands, Connectivity

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

导航数据项目是在路网完整且连通的基础上进行相应的编译, 从而实现道路的规划引导。所以对于导航实现的效果, 道路的路网连通性起着决定性作用[1]。因此, 导航数据在出品前必须进行道路路网连通性检查确认[2]。

为了更好地进行路网的连通性问题检查, 目前针对造成道路拓扑不正确的问题[3], 进行了方法研究, 主要提出了三个研究方法解决道路拓扑问题, 包含解决因精度引起的挂接错误, 解决道路悬挂而导致道路未挂接的数据错误, 解决道路路网浮岛导致数据不连通情况。

经过大量数据测试后, 进行了方法的细化改善, 目前基本可以解决道路拓扑的 90% 的数据问题。对于因精度引起的挂接错误和道路路网浮岛导致数据不连通情况, 目前已经可以 100% 定位数据问题并进行解决。对于道路悬挂而导致道路未挂接的数据错误, 目前可以定位 10 米范围内的数据问题, 超出 10 米范围的数据, 因目前的方法存在数据错误冗余, 导致成本浪费, 所以需要继续改善优化。

2. 数据检查方法

为了更好地提高路网连通性质量, 我们应用以下方法进行数据质量控制。

1) 因道路精度引起的挂接错误[4], 需要进行精度范围内的捏点处理。

如图 1 所示为 1:2000 比例尺下地图显示效果, 红圈处的挂接肉眼识别不了挂接处生成了两个拓扑点, 但是地图比例尺放大后, 红圈处即可以发现是两个拓扑点, 如图 2 所示, 这种数据会导致导航规划使用时道路绕远[5]。

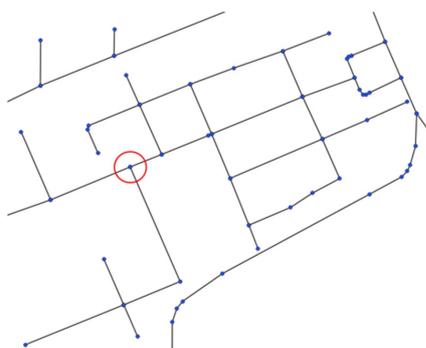


Figure 1. Example of road display at 1:2000 scale

图 1. 道路 1:2000 比例尺显示示例

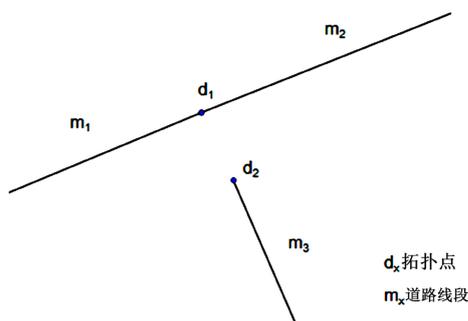


Figure 2. An example of a magnified view of the road connection in the red circle above
图 2. 上图红圈处道路挂接放大图显示示例

两点的坐标显示如下表, 从坐标值可以看出, 坐标的前 6 位是一致的, 满足导航精度要求的情况下, 把 d_1 、 d_2 两个点坐标只提取前 6 位, 舍弃后边位数数据后, 这两个点就会变成一个点 d , 即生成正确的挂接关系。

d_1 、 d_2 两个拓扑点坐标变化如表 1 所示。

Table 1. Example of road topology point coordinate change
表 1. 道路拓扑点坐标变化示例

节点编号	实际坐标值	捏点后坐标
d1	79.879147897, 6.908667905	79.879147, 6.908667
d2	79.879147994, 6.908667685	79.879147, 6.908667

正确的挂接关系如图 3 所示。

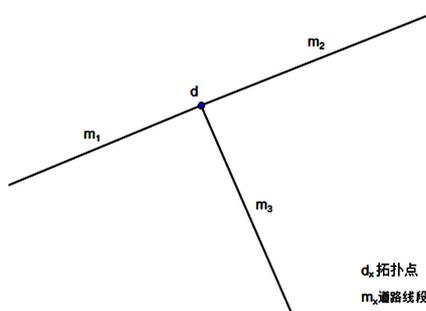


Figure 3. Example of a correct enlarged view of the road circled in red
图 3. 红圈处道路正确挂接放大图显示示例

捏点后 d_1 、 d_2 两个拓扑点变更为一个 d 拓扑点, 拓扑关系变化如表 2 所示。

Table 2. Example of road topology change
表 2. 道路拓扑关系变化示例

节点编号	原来拓扑关系		捏点后的拓扑关系	
	输入道路线	输出道路线	输入道路线	输出道路线
d1	m1、m2	m1、m2	—	—
d2	m3	m3	—	—
d	—	—	m1、m2、m3	m1、m2、m3

因道路精度引起的挂接错误, 经以上处理操作后, 挂接点会形成正确的拓扑关系。

2) 因道路悬挂而导致道路未挂接的错误, 需要进行悬挂检查后, 道路修正。

导航数据中, 道路悬挂点比较多[6], 但是不全部是数据错误, 需要依据一定的检查规则找出错误数据, 再进行数据修正。道路数据悬挂点示例如图 4 所示。

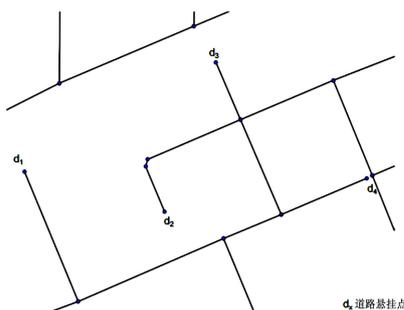


Figure 4. Example of corridor suspension point display
图 4. 道路悬挂点显示示例

图 4 中 d_1 、 d_2 、 d_3 三个拓扑点为一条道路的正常端点, 与旁边其他道路的垂直距离较远, 对于导航图数据不认为此种为数据问题, d_4 拓扑点与旁边拓扑点及道路距离较近, 认为是在数据制作过程中, 挂接制作错误的的数据, 一般这种情况, 距离在 10 米内的都需要处理。

这种错误的修正方法如下:

(1) 找出数据中的悬挂点;

检查道路数据中, 一端只挂接一根道路线段, 另一端挂接两根以上道路的线段, 这种检查会把道路中所有悬挂点提取出来, 如上图中的 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 四个拓扑点都会提取出来。

(2) 找出需要修正的道路[7];

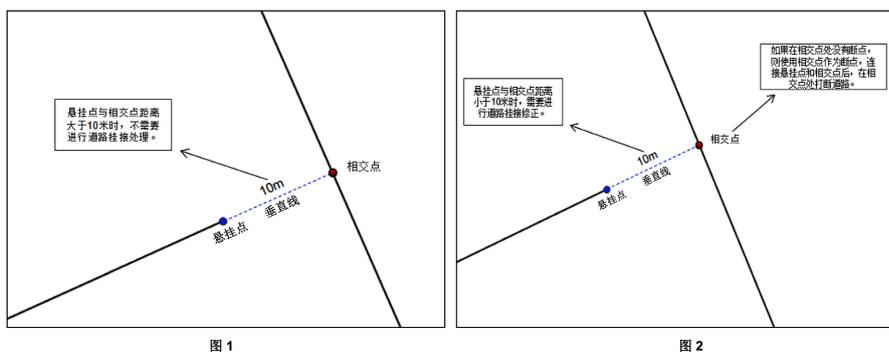
计算道路悬挂点处与周边其他道路的垂直距离, 提取计算结果中, 垂直距离小于 10 米的道路线段, 则定位出需要修正挂接的道路。

(3) 道路挂接修正;

一种情况是需要挂接的道路无断点, 需要修正的道路线段, 在垂直距离与其他道路相交处, 打断另一条相交道路后, 延伸悬挂点至相交点, 形成正确的拓扑关系。

另一种情况是需要挂接的道路有断点, 断点在悬挂点的垂直距离交点的 4 米范围内, 则延伸悬挂点至断点; 断点在悬挂点的垂直距离交点的 4 米范围外, 则需要在垂直距离与道路相交处, 打断另一条相交道路, 延伸悬挂点至相交点, 形成正确的拓扑关系。

道路挂接修正如图 5 所示。



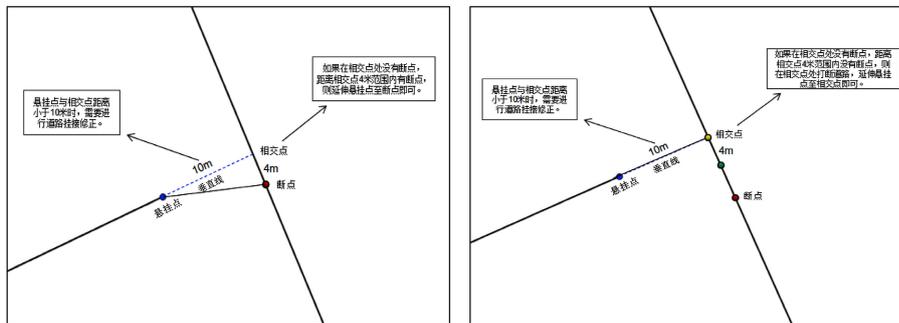


图 3

图 4

Figure 5. Road hitch correction example

图 5. 道路挂接修正示例

3) 浮岛道路检查, 需要依据检查报出后, 进行人工数据处理[8]。

浮岛道路表示道路与周边道路无挂接, 无法实现道路连通, 有可能是一根道路, 也有可能是一片道路。这种主要是依据道路连接路网检查, 每根道路进行两端追踪, 两端都可以追踪到下根道路表示路网连通, 一端可以追踪到下根道路, 另一端追踪停止, 也表示道路连通, 两端都追踪停止, 不能找到挂接道路, 表示道路不连通, 需要提取追踪停止处的一根道路进行人工检查, 确认道路的连通性, 道路浮岛路网显示如图 6 所示。



Figure 6. Example of displaying the road network of floating islands

图 6. 道路浮岛路网显示示例

浮岛检查完成后, 即可进行整体路网几何的连通性检查。

4) 道路路网连通性检查。

道路路网连通性检查, 需要设置追踪终点, 比如按照国家检查路网连通性, 需要设置国界线为追踪终点, 按照省份进行路网连通性检查, 需要设置省界线为追踪终点。

路网追踪过程中, 两端都没有到达设置的终点时, 则表示路网不连通, 需要人工确认修改。

3. 数据检查结果验证

为了验证数据处理结果的正确性和有效性, 我们针对测试数据进行了道路拓扑错误处理后, 进行了软件路径规划测试, 确认拓扑错误处理后, 道路数据的连通性, 验证数据处理方法的有效性。

1) 因道路精度引起的挂接错误, 数据处理前后的路径规划对比。

拓扑问题未处理时, 数据路径规划不连通, 从位置 1 到位置 2 点无路径显示。如下图 7 所示。

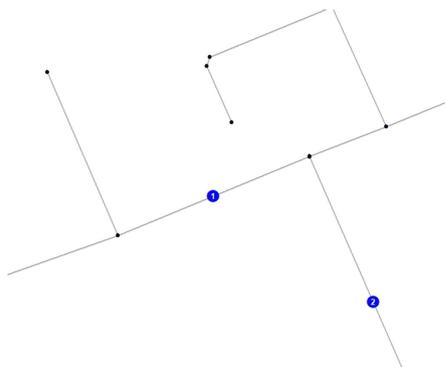


Figure 7. Example of display of a road without path planning before processing
图 7. 未处理前道路无路径规划显示示例

进行道路拓扑问题处理后, 道路已经连通, 从位置 1 到位置 2, 道路路径正常规划。如下图 8 所示。

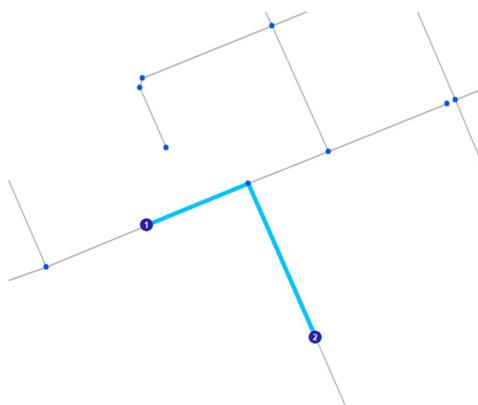


Figure 8. Example of road path planning after topology processing
图 8. 拓扑处理后道路路径规划显示示例

2) 因道路悬挂而导致道路未挂接的错误, 数据处理前后的路径规划对比。

道路悬挂的拓扑问题未处理时, 数据路径规划不连通, 从位置 1 到位置 2, 无路径显示。如下图 9 所示。

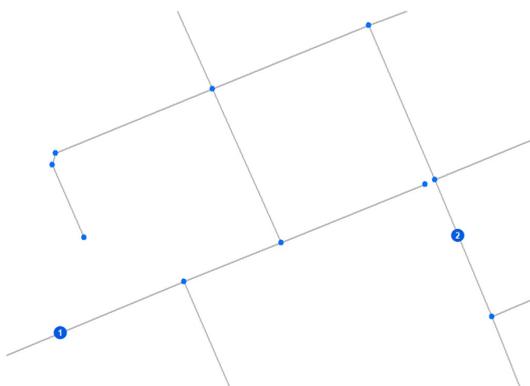


Figure 9. Example of display of a road without path planning before topology processing
图 9. 拓扑处理前道路无路径规划显示示例

进行悬挂道路拓扑问题处理后, 道路已经连通, 从位置 1 到位置 2, 道路路径正常规划。如下图 10 所示。

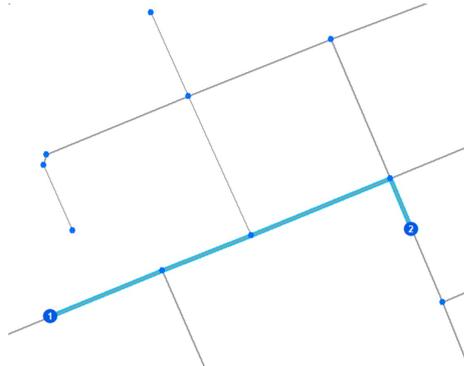


Figure 10. Example of road path planning after topology processing
图 10. 拓扑处理后道路路径规划显示示例

3) 浮岛道路检查, 数据处理前后的路径规划对比。

一般数据中的浮岛会形成片状道路的不连通, 人工确认修改后, 保证道路的连通性。如下图 11 所示, 为道路浮岛数据处理前的路径规划显示。

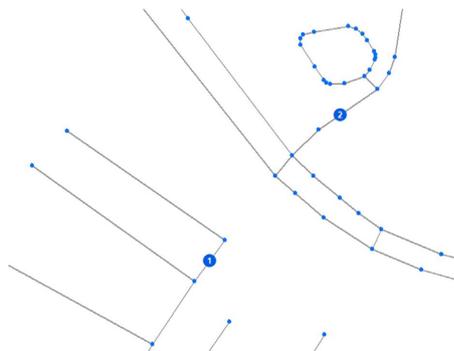


Figure 11. Example of display of a road without path planning before topology processing
图 11. 拓扑处理前道路无路径规划显示示例

如下图 12 所示, 为道路浮岛数据处理后的路径规划显示。

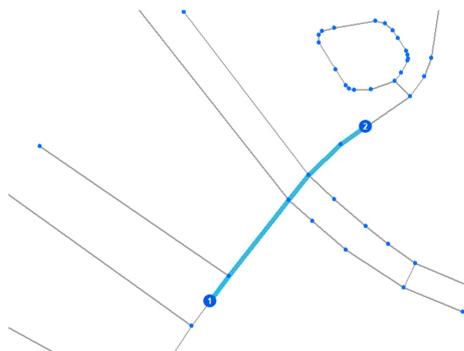


Figure 12. Example of road path planning after topology processing
图 12. 拓扑处理后道路路径规划显示示例

4) 道路路网连通性检查。

道路路网连通性验证等同于道路浮岛, 路网连通性设计了检查范围, 以国家或者省份为范围进行连通性检查, 检查结果需要人工进行数据修改, 然后进行路径规划验证, 确保道路的连通性。

4. 研究的结论与展望

本论文研究方法主要提供了道路路网质量控制的方法[9], 并经过大量数据测试, 通过本方法基本可以解决道路拓扑的 90%的数据问题。对于因精度引起的挂接错误和道路路网浮岛导致数据不连通情况, 目前已经可以 100%定位数据问题并进行解决。对于道路悬挂而导致道路未挂接的数据错误, 目前可以定位 10 米范围内的数据问题, 超出 10 米范围的数据, 因目前的方法存在数据错误冗余, 需要继续改善优化。

在导航图生产过程中除了路网连通, 也会有属性的连通性, 比如道路的种别、铺设、功能等级、道路名等, 可以按照相同的原则进行追踪检查, 帮助我们解决数据中的属性断续的问题[10], 从而更好的提高导航电子地图数据的质量。

参考文献

- [1] 肖小清. 移动测量系统在导航电子地图质量检测中的应用研究[J]. 测绘技术装备, 2022, 24(4): 125-130.
- [2] 宋红霞, 张继贤, 韩文立, 等. 基于移动测量系统的导航电子地图质检方法研究[J]. 测绘地理信息, 2021, 46(2): 83-87.
- [3] 洪明格. 电子地图生产质量控制方法探讨—以福州市域政务电子地图为例[J]. 福建建筑, 2017(2): 89-91.
- [4] 蔡艳辉, 章伟, 闫庆庆, 等. 导航电子地图位置精度及检测方法[J]. 导航定位学报, 2021(1): 10-14.
- [5] 牟伶俐, 杜清运, 蔡忠亮, 等. 移动电子地图技术初探[J]. 四川测绘, 2002(3): 60-63.
- [6] 李瑞月, 肖成才, 朱婧, 等. 导航电子地图生产过程中的质量控制方法[J]. 地理信息世界, 2011, 9(5): 42-45.
- [7] 王庆社, 彭瑜. 导航电子地图的生产质量控制[J]. 测绘通报, 2009(7): 55-57.
- [8] 易巍, 杜清运, 郭妍. 多媒体电子地图集中数据质量控制研究[J]. 地理空间信息, 2006(3): 42-44.
- [9] 刘旭春, 刘津, 李德龙, 等. 导航电子地图数据测评方法探讨[J]. 测绘通报, 2012(5): 33-37.
- [10] 祝茂良, 李海祥, 窦超, 等. 浅谈导航电子地图信息设计与图形编绘[J]. 测绘通报, 2010(7): 46-48.