

遥感影像自动解译在道路地形图中的应用

张建民

上饶市广丰区城乡规划研究中心

DOI: 10.12238/ems.v6i6.8050

[摘要] 对于地形图生产工作, 目前主要是依托于人工扫屏判绘, 生产过程容易造成部分道路的遗漏, 而且判绘效率较低。文中主要是依托于遥感影像提取结果, 进行道路数据的处理, 并主要介绍了包括道路中心线提取、道路形状点抽稀、道路断续 link 延长、道路短小 link 及浮岛删除、道路挂接修正等关键技术工艺流程。使其满足地形图数据要求, 从而应用于地形图生产中, 节省大量的地形图判绘的人工成本。并以某工程为例验证了本文提出的方法的可行性与有效性。

[关键词] 地形图、道路、中心线、浮岛、挂接修正

Application of Automatic Interpretation of Remote Sensing Images in Road Topographic Maps

Zhang Jianmin

Urban and Rural Planning Research Center of Guangfeng District, Shangrao City

[Abstract] For the production of topographic maps, the current main reliance is on manual screen scanning and drawing. The production process can easily cause some roads to be missed, and the drawing efficiency is relatively low. The article mainly relies on the results of remote sensing image extraction to process road data, and mainly introduces key technical processes such as road centerline extraction, road shape point thinning, road intermittent link extension, road short links and floating island deletion, and road coupling correction. To meet the requirements of terrain map data and apply it in terrain map production, saving a lot of labor costs for terrain map interpretation. And the feasibility and effectiveness of the proposed method were verified using a certain engineering example.

[Keywords] topographic map, road, centerline, floating island, hook correction

引言

基于遥感影像解译的道路、水系、植被及居民地等在国民生产生活中起着重要的作用。比如地形图生产, 导航图项目生产中, 道路都是很重要的要素, 需要满足作业精度的同时, 需要道路网连通, 都要全部采集, 人工采集工作量非常大, 基于影像的成果进行处理, 可以节省一半的采集时间。道路数据的解译主要是通过制作大量道路数据的样本, 程序依据样本进行自动提取, 所以在制作样本的时候, 选择不同特征的道路面, 包括有铺设道路和未铺设道路, 各种级别的道路, 以及作业区域内不同地形特征都进行样本采集, 保证道路提取效果的高匹配性。

目前传统地形图判绘作业是依据影像数据, 进行人工自主判绘, 判绘速度慢, 且道路有遗漏情况。为解决以上问题国内外众多学者基于此现状对此进行了大量研究, 推动了遥感自动解译道路数据的理论发展。如文献[1]中阐述了两种遥感自动解译软件进行遥感矢量化数据从采集工作, 以资源三号卫星遥感影像数据为例进行两种自动解译软件对比分析; 文献[2]中介绍了基于深度学习高分辨率遥感影像的城市道路提取工作, 改进图像分割算法实现了有遮挡地物中道路精确提取工作, 给出了更加正确高效的提取道路信息的研究方法; 文献[3]中通过分析论述, 提出使用人工识别并辅助计算机判读的方法, 对遥感影像上的道路信息进行正确的解读,

极大地提高计算机判读的效率准确率。基于此, 我们研究了基于影像解译的道路成果的地形图作业流程, 避免了人工大量绘制道路的工作, 并且大幅度提高了工作效率, 减少了人工作业成本, 随之也节省了质量检查成本。

1、常用解译方法

目前常用的道路解译方法一般分为人工目视解译和计算机解译。基于道路解译方法与原则可知, 单纯依靠人工或计算机判读, 都有一定的优势与难点, 必须研究采用人工辅助计算机判读的方法, 提高道路地物解译的准确率与可靠性。

(1) 人工目视解译。人工目视解译是指专业人员通过直接观察或借助判读仪器在遥感影像上获取道路信息, 可以提供道路定性、定量的信息服务。由于目视解译无需或需要的设备简单, 可随时从遥感影像中获取道路信息, 因此是专业人员工作中必不可少的基本功, 但其解译成果的准确性往往取决于专业人员的工作经验及推理能力, 一定程度上制约了解译效率^[4]。

(2) 计算机解译。计算机解译是指以计算机系统为支撑环境, 利用模式识别技术与人工智能技术相结合, 根据遥感影像中各类道路影像特征, 结合专家知识库中道路解译经验和成像规律等进行分析和推理, 实现对遥感影像中道路的理解, 完成对道路的解译。其解译成果的准确性主要取决于提取的道路特征是否稳定和有效, 而这些特征又涉及到是否建立了道路解译知识库和道路背景知识库相结合的专家系统,

就目前来说专家系统和人工神经网络的技术尚未过关，因此计算机解译是道路自动分类及识别的未来发展趋势^[5]。

2、基础判绘工艺弊端

目前地形图道路数据生产，主要包括道路形状采集、道路编码赋值、道路宽度测量等主要判绘内容。

道路形状采集主要是人工依据影像进行逐条绘制，绘制过程中进行道路编码判断，并赋值给相应的道路。道路宽度依据影像进行人工测量，量测准确度依托于视图比例尺，准确度不确定。人工采集道路的过程中，针对视角不可见范围有可能会遗漏道路，造成道路不连通，并且道路采集量大，又受限于项目完成时间，所以需要新技术工艺完善采集流程，减少大量的人工成本^[6]。

3、基于影像解译成果的工艺设计

基于影像提取结果的新工艺采集过程，主要是结合软件实现半自动化操作，提高作业成果的正确性及节省人工成本，主要操作步骤如下：

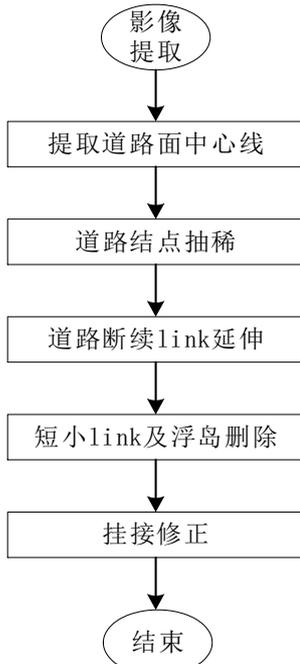


图 1 道路数据处理流程

3.1 提取道路面中心线

基于影像提取的道路结果为道路面，需要依据道路面转换成道路线，满足地形图道路线的生产要求。

基于道路面提取路中心线，提取时依据面上的形状点计算中间点位置，然后进行形状点串联，形成一条道路线段。这样提取生成的道路线位于影像的中心位置，满足数据精度的要求。



图 2 道路中心线提取流程示例

因为道路中心线提取依托于道路面，所以道路线也会出现断续的问题，道路线形状依托于道路面形状点提取，所以提取结果中，道路线的形状点非常密集，基于以上两个问题，

需要进行进一步的几何数据处理。

3.2 道路形状点抽稀

由于道路中心线是基于道路面形状点组成的线段，道路线上的形状点非常密集，会降低软件运行效率，浪费内存，所以要进行形状点抽稀。

提取出来的道路线会出现小锐角形状与影像不匹配，所以文中进行了道路平滑设计，消除道路上的小锐角，使道路更符合实际情况。

采用道格拉斯-普克算法 (Douglas - Peucker algorithm)，将曲线近似表示为一系列点，并减少点的数量的一种算法。它的优点是具有平移和旋转不变性，给定曲线与阈值后，抽样结果一定。这种算法是基于阈值范围内的点进行保留，阈值范围外的点进行删除，最终结果保证道路形状点减少，并且处理掉了折角问题。

本文阈值经过多次测试后，处理结果设置为 0.00001，然后运行软件进行抽稀。



图 3 道路线形状点抽稀示例

从处理结果来看，道路 link 上的形状点明显减少，从抽稀后的道路形状来看，道路的几何精度保持不变，挂接处无变化，拓扑关系不受影响，保持正确的拓扑关系。道路 link 形状点减少后，道路线段上的小折角情况也就随之消失。

3.3 道路断续 link 延伸

由于是基于遥感影像解译的道路结果，所以当影像不清晰，道路被遮挡，或者道路没有被识别出来的情况下时，会出现断续道路 link，为了解决这一问题，需要进行断续 link 的延长。

道路 link 延长要求：

- 1、道路一端或者两端未挂接其他道路，为道路盲端，一端端点为悬挂点；
- 2、延长依据顺延方向，也就是 180 度方向查找顺延挂接 link；
- 3、延长长度设置，可根据提取图幅的实际情况设置长度。满足长度范围的进行延长，否则不延长。
- 4、延长后的道路需要判断与既有道路的挂接，保证拓扑正确。如果在延长范围内找到与延长道路相交的道路线段后，与既有道路进行相交点处挂接及打断处理，且不进行继续延长，延长动作终止。

本示例设置延长距离为 30 米，运行延长操作后，道路延长后的效果，如下：

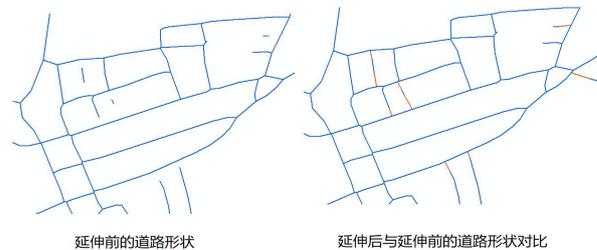


图 4 道路断续 link 延长示例

因为道路是基于影像提取，每幅影像可能具有独特性，

提取效果会有差异, 如果道路延长效果不明显时, 可自行调整延长距离参数, 或者进行多次延长, 以达到最终的满意效果。

3.4 短小 link 及浮岛删除

基于延长后的道路成果, 我们还是有部分道路是不满足要求, 不能延长或者延长效果不佳等, 而且在地形图中存在也没有意义的短小 link, 比如不满足长度 100 米的悬挂道路, 即可舍弃不要, 比如经过延长后, 道路网还是没有连通, 道路中独立存在的线段, 不与其他道路连接, 没有构成路网的道路, 也需要进行舍弃, 按照浮岛处理原则, 进行删除。

道路短小 link 删除时, 依据数据规格要求设定道路 link 长度, 本示例依据地形图目前作业规格, 设置删除 100 米范围内的道路 link, 防止过多的断头路出现, 以及减少图面显示不合理的问题。道路短小 link 删除后如下图所示。



图 5 道路短小 link 删除示例

3.5 挂接修正

影像提取的道路数据, 四根 link 挂接中间有小段 link 挂接, 实际影像中, 此处为正常的十字挂接, 所以电子地图中的路口挂接应该制作为四根 link 的挂接, 不能出现中间的小段 link。

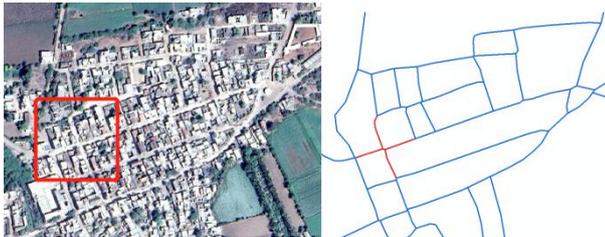


图 6 道路原始挂接示例

(1)、道路挂接修正前, 需要通过程序找出需要修正的道路挂接。

主要判断依据是识别每根 link 起终点挂接 link 数, 满足起点挂接 link 数量大于 1 根, 终点挂接 link 数量大于 1 根, 且本身 link 长度小于 5 米时, 则判断此 link 的起终点挂接需要修正, 进行重新拓扑关联。

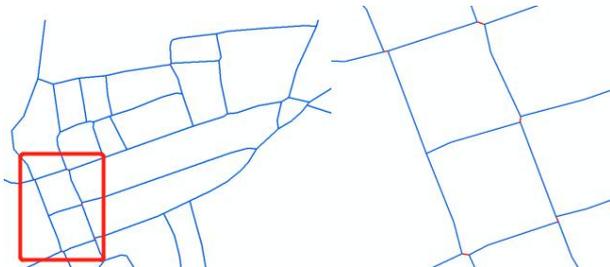


图 7 需要起终点挂接修正的道路示例

此处 link 长度设置为 5 米距离, 是因为道路路口斜挂接会出现 5 米以上的路口挂接, 因为道路与对面道路边线相距 5 米时, 文中制作为一个路口, 中间挂接 link 会出现短小挂

接, 但是大于 5 米范围, 文中经过大量数据验证后, 认为这种大于 5 米的短小 link 挂接合理, 所以只处理小于 5 米的道路挂接。

(2)、获取修正 link 的中心坐标点, 修正挂接。

修正挂接的挂接点坐标获取, 计算修正 link 的中心坐标点 A, 其中修正 link 起点坐标为 (x_1, y_1) , 终点坐标为 (x_2, y_2) , 则中心点坐标 A 为:

$$A(X, Y) = (x_1 + x_2) / 2, (y_1 + y_2) / 2$$

将挂接此 link 的 4 根 link 的端点, 坐标修改为此中心点坐标 A, 则此挂接会修正为其余 4 根 link 挂接在中心点 A。道路挂接完成后, 删除原挂接提取出来的修正 link, 即挂接修正完成。

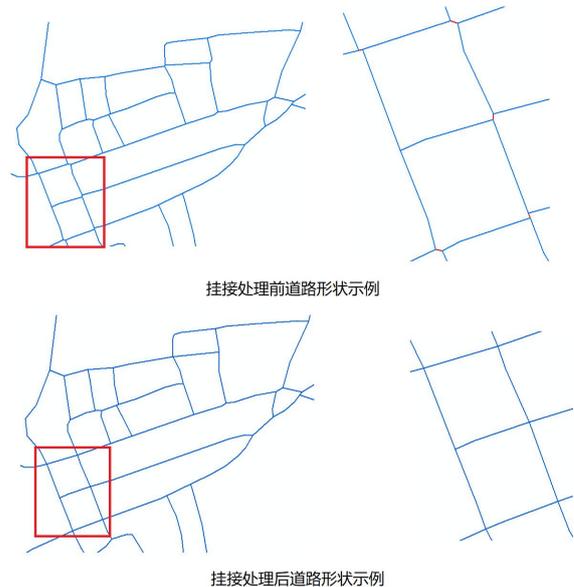


图 8 修正前后的道路挂接示例

4、结论

本文主要是基于遥感影像提取结果, 进行道路中心线提取、道路形状点抽稀、道路断续 link 延长、道路短小 link 及浮岛删除、道路挂接修正等关键技术数据处理后, 能够得到精度满足要求的二维道路几何形状, 能够最大限度的应用到地形图道路生产中。经测试后, 发现基于影像提取的道路作业工艺, 工作效率提升一倍, 节约了生产成本。

【参考文献】

- [1] 刘冬, 刘涛, 陈春莹等. 遥感影像自动解译软件对比分析及研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45 (S1): 103-106.
- [2] 刘作禹. 基于深度学习的高分遥感影像城市道路提取算法研究[D]. 西南科技大学, 2022.
- [3] 候丹丹. 基于遥感影像的人工辅助道路信息解译研究[J]. 陕西水利, 2018 (S1): 195-196.
- [4] 郑江, 骆剑承, 陈秋晓等. 遥感影像理解智能化系统与模型集成方法[J]. 地球信息科学, 2003 (01): 95-102.
- [5] 史文中, 朱长青, 王昱. 从遥感影像提取道路特征的方法综述与展望[J]. 测绘学报, 2001 (03): 257-262.
- [6] 席学强, 王润生. 一个针对遥感图像特定目标的自动识别系统[J]. 遥感技术与应用, 2000 (03): 179-183.