

丁磊,张保明,郭海涛,卢俊.矢量数据辅助的高分辨率遥感影像道路自动提取[J].遥感学报,2017,21(01):84-95.

1、本文研究重要性

道路是一种重要的地物，由于各行各业对矢量化道路数据的需求高，因此，道路数据矢量化意义重大。

目前，矢量化道路数据一半由人工采集、描绘、编辑得到，该方法得到的矢量化数据精度高、可靠性强，但同时耗费大量人力，效率有待提高。

因此，高分辨率影像数据道路自动化识别方法的研究意义重大。使用该方法替代人力，效率高、成本低、时效性好，但由于高分辨率影像具有细节信息繁杂，干扰物普遍的特点，遥感影像道路自动化提取的方法研究一直未有突破性的进展。

本文在前人研究的基础上，对高分辨率影像进行道路自动化提取，并取得了较好的精度。

2、本文的创新点

本文的主要创新点在于提出了一种可行的矢量数据辅助下的道路自动化提取方法。综合计算机视觉、机器学习领域的方法，提出了一系列的有效道路提取方案，并提出了像素跟踪与方向判断相结合的道路矢量化方法以及基于矢量几何分析的方法连接恢复断裂道路并剔除冗余道路片段。文中基于矢量数据进行样本选取、矢量化道路的方法也具有较高的参考价值。

3、本文所涉及的核心技术

本文总体研究流程图为：

。 。 。

本文涉及的核心技术包括：

3.1. Mean-Shift 滤波进行影像预处理

Mean-Shift (均值漂移) 算法为机器学习领域的一种聚类算法, 而 Mean-Shift 滤波则是基于该算法实现了图像的低通边缘保留滤波效果。Mean-Shift 滤波的特点是, 既有平滑 (低通) 滤波去除噪声的效果, 同时又保留了影像的边缘。使用 Mean-Shift 进行预处理, 既去除了道路的噪点信息, 又保留了道路的边缘信息, 因此 Mean-Shift 滤波十分适合用于道路提取前的影像去噪。

3.2. RGB 色差公式检测候选点处样本点周围同质区域的形状

对于每一个候选正样本点, 从样本点出发, 向多角度投射射线, 使用 RGB 色差公式计算射线遇到像素点与候选样本点的色差, 当色差值或射线长度超过一定阈值时停止扩展, 依次连接停止扩展时的像素位置得到多边形。对于正样本点, 得到的多边形一般为规则形状, 背景环境处的多边形则往往是不规则的。文章用连通距离较长的方向数目、长宽比来评估每个候选原本点提取出来的多边形的不规则程度, 剔除候选正样本中的非正样本点, 获得正样本集。

3.3. K-Means 聚类算法

对于候选负样本里面的正样本点, 本文通过 K-Means 算法计算出正样本中心, 通过判断光谱空间中候选负样本与正样本中心的距离, 剔除疑似正样本的点, 得到负样本点集。

3.4. 朴素贝叶斯分类

朴素贝叶斯分类基于某对象的先验概率，利用贝叶斯公式计算出其后验概率进行分类，该分类方法简单可行。如文中所提到的，本文各特征变量间的独立性较好，符合贝叶斯分类的前提，同时对比支持向量机（SVM），贝叶斯分类更加稳定，不容易出现过拟合的情况，文章给出的分类效果也较好。

3.5. 邻域质心投票算法提取道路中心线

该道路中心线提取算法与 3.2 中提到的同质区域相似，但色差判断改成逻辑判断（值是否为 1），此后还增加邻域质心投票与阈值判断计算，实现中心线提取。该算法效率高、抗噪好、对不同路宽的适应性强。

3.6. 像素跟踪与方向判断相结合的道路矢量化方法

本文使用像素跟踪与方向判断相结合的方法对提取出道路中心线（栅格数据）进行矢量化。该算法主要将 8 邻域内道路像元压入堆栈，对栈内端点进行跟踪，记录主方向，判断端点节点，将端点和节点对应压入端点或节点堆栈。

3.7. 基于矢量几何分析的断线连接及毛刺去除方法

对于提取道路的断线和毛刺现象，一种处理方法是基于栅格数据的形态学处理，而本文提出基于矢量的处理方法，得到较好的效果。其主要算法为：1.截断方向变化大的节点，拆分出多条方向变化小的道路，并降序排列；2.计算道路的延伸距离，搜索连接点，连接断裂道路；3.去除长度极小的道路，对道路建立缓

冲区，剔除完全被其他道路缓冲区包含的道路，去除毛刺；4.连接端点坐标相同的道路，恢复路网完整性。

4、撰写摘要

道路矢量化数据应用广泛，但目前数据一般来源于人工提取，自动化提取的研究较为欠缺。随着遥感影像分辨率逐渐提高，高分辨率影像开始应用于道路提取的研究，但由于高分辨率细节过于繁杂，基于高分辨率影像的道路提取难度也较大。为此，本文以 Mean-Shift 滤波对图像进行预处理后，在矢量数据辅助下进行自动化采样，采用色差公式与 K-Means 算法剔除错误样本后，使用朴素贝叶斯算法对高分辨率遥感影像进行分类，并采用邻域质心投票算法提取道路中心线。最后，本文提出了像素跟踪与方向判断相结合的道路矢量化方法以及基于矢量几何分析连接恢复断裂道路并剔除冗余道路片段的方法，最终实现了遥感影像的矢量化道路自动化提取道路。基于本文的实验结果，我们可以发现，该算法提取精度较高，具有较强的泛化能力，可适用于不同影像。

5、本文研究不足与研究展望

本文的道路提取方法精度较高，但由结果图像可以看到，部分道路在关键位置并非连续。如文章中所提到的，其原因可能是源于物体遮挡和异物同谱现象带来干扰。

下一步研究可以从下述两个方面进行改善：其一，使用其他数据源，如通过使用高光谱数据增强光谱分辨率，提高地物多样

性识别能力，从而区分在多光谱数据中难以区分的地物；通过使用极化雷达数据可以达到穿透植被的效果，解决高大树木枝叶遮挡道路的问题。其二，通过进一步优化断裂线要素修补算法，使道路断裂处恢复连接，解决矢量道路不连续的问题