引文格式：程朋,万雷,刘婵. 林权不动产界址点抽稀算法对比研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(11): 29-31. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.11.007

林权不动产界址点抽稀算法对比研究

程　朋[1]，万　雷[1]，刘　婵[2]
（1. 长江空间信息技术工程有限公司，湖北 武汉 430014；2. 湖北地宜土地房地产评估咨询有限公司，湖北 孝感 432300）

摘　要：林权图斑节点密集、形状千变万化、圆度差异大，界址点设置尤为重要。重要界址点设置作为林权调查成果的基本组成部分，对后期成果整理影响明显。传统手工选点或节点人工抽稀的方式不仅耗费大量人力和时间成本，而且选点成果因人而异，点位位置选取抽象。因此，对比分析了不同点位提取与抽稀算法，针对不同类型图斑选择合适的算法，解决了林权不动产界址点提取问题。

关键词：林权；界址点；抽稀；图斑；算法
中图分类号：P271　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0029-03

Comparative Research on the Dilution Algorithm of Forest Tenure Real Estate Boundary Sites

CHENG Peng[1], WAN Lei[1], LIU Chan[2]
(1. Yangtze River Spatial Information Technology Engineering Co., Ltd., Wuhan 430014, China;
2. Hubei Diyi Land Real Estate Appraisal and Consulting Co., Ltd., Xiaogan 432300, China)

Abstract: Due to dense graph nodes, ever-changing shape and different roundness, setting boundary sites is very important. As a basic part of the forest tenure survey results, the setting of important boundary sites has a significant impact on the collation of later results. The manual selection of points or nodes artificially diluted not only costs a lot of labor and time, but also the results of point selection vary from person to person, and the selection point position is abstract. In order to solve such problems, we compared several point extraction and dilution algorithms, and selected the appropriate algorithm for different types of graphs.

Key words: forest tenure, boundary site, dilution, graph, algorithm

为规范林权不动产登记行为，扎实做好林权不动产登记权籍调查工作，界址点的测设选取是成图中的首要工作。在重要拐点处、重要地物点处设置界址点[1]，示意地块走向、位置与范围，是宗地信息表示的重要组成部分。根据重要程度关键界址点还需设置界桩，并标绘到勘界工作图上；再以实测或图解的方式确定界址点的位置坐标；确认无误后绘制宗地图、土地权属界线图并填写相关信息表。FME 软件具有完整的空间 ETL 解决方案[2]。本文采用角度、中轴线—骨架线、道格拉斯—普克（Douglas-Peuker）、保留关键折弯（Wang-Müller）等算法简化图形细节，以提取图形的关键界址点。

1　研究思路

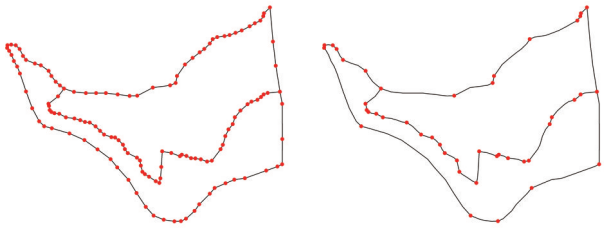
提取林权不动产界址点的关键在于研究提取不动产图形的特征点。特征点是图形在一定尺度范围以外发生的引起边界走向明显变化，对图形边界走向改变起决定作用的点或在图形曲率连续变化上影响较大的点。控制几何参数与简化边界保留关键特征的算法在提取抽稀界址点过程中具有重要作用。该算法主要采用设置角度度量的方式检索图形特征点，减化边界、保留关键特征，通过设置阈值参数简化不影响图形形状特征变化的细节和碎部，与地图缩编有共通之处，在一定比例范围内拉直一些不重要的弯曲和碎部，保持图形结构和特征使之与原图大体相应。对于相邻图形的重要交点[3]，在运行算法前应通过 Intersector 转换器另行保留。

1.1　角度算法

为不混淆内外角，首先对图形进行换向处理，采用右手法则使所有图形绘制方向一致；再求得连续两相邻线段的斜率，得到对应的角度，两线角度之差即为交角。通过计算图形每个内角的度数设定过滤阈值，本

收稿日期：2022-08-07。
项目来源：长江勘测规划设计研究院自主创新资助项目（CX2020Z31）。
第一作者简介：程朋（1989—），工程师，注册测绘师，从事地理信息数据处理工作，E-mail：y_do@qq.com。

文设置小于150°、大于210°的点保留，结果见图1，两个相邻图形的特征点通过算法过滤后得以保留。

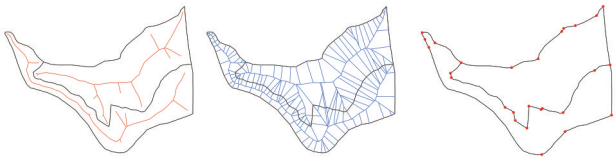


a 原始界址点　　b 抽稀后界址点

图1 角度算法抽稀前后对比

1.2 Approximate Centerline+Straight Skeleton算法

Approximate Centerline中轴线是用主轴替代面要素的几何，这个中轴是直骨架线的子集，但不包含所有与原要素顶点共享的边；Straight Skeleton骨架线是用直骨架替代面要素的几何（角平分线网络）。通过计算图形中轴线与骨架线[4]，利用中轴线顶点选取骨架线到图形的交点为图形特征点。特征点能很好地将中轴线特征反映到图形边界上，点位较均匀，重要拐点均被保留（图2）。

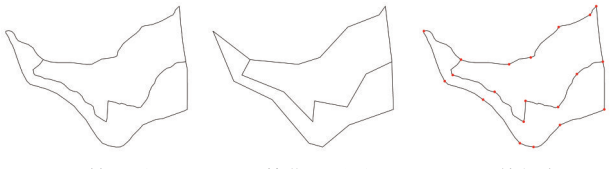


a 中轴线　　b 骨架线　　c 特征点

图2 中轴线+骨架线算法

1.3 Douglas-Peucker算法

Douglas-Peucker[5]算法即在设置的容差范围内对图形边界进行采样简化，通过压缩图形不重要的弯曲部位，去除冗余节点与图形细节，保留必要的有限个点，设置抽稀容差与共享边界容差[6]，在一定程度上保持图形的原有边界特征，在方向与弯曲上不产生大的变化。容差越大，简化的细节越多，图形就越精简，拉直的部分也就越多；容差越小，则保留的细节就越多，形状也越接近于原图形。实际运用结果中（图3），抽稀的点位分布均匀，关键特征点基本得以保留，个别节点的保留与图形的起始点位置有关（对于闭合图形，该点位实际出现的概率较低、影响较小）。



a 原始图形　　b 简化后图形　　c 特征点

图3 Douglas-Peuker算法

1.4 Wang-Müller算法

该算法通过不断迭代消除和扩大图形折弯，直至输入要素在设置的容差范围内没有小于阈值的折弯。通过找出所有折弯并分析其在连续折弯处的正负符号，消除不重要的折弯来保持连续折弯的符号相同，从而简化为大的折弯，使得生成的新要素与原要素具有相似的形状，制图质量高于Douglas-Peuker算法。简化后的图形节点虽保留了特征点，但也保留了不必要的细节点，可再次迭代上述算法，进一步抽稀，效果见图4。



a 简化后图形　　b 简化后特征点　　c 进一步抽稀后

图4 Wang-Müller算法

1.5 其他图形算法

Thin抽稀算法对图形的简化效果较好，但不能完全保留关键拐点，且不能共享共边图形的边界，适用于不相邻的离散图形。Thin No Point是从邻近顶点移除小于抽稀容差距离的顶点，与Thin简化工作相似，不能完全保留图形特征拐点，但能边界共享，适用于抽象图形的简化工作，压缩效果较理想。Deveau算法是移除不构成要素的轮廓形状顶点，通过设置光滑因子、角度尖锐度与抽稀容差，得到更贴近原始图形的简化图形，但可能会引入原来要素顶点外的新的顶点并作为特征点。McMaster算法通过计算点的 X、Y 坐标和容差范围内邻近点的平均值，生成一个新的顶点；通过设置相邻数值与位移百分比参数使图形更加平滑。McMaster权重距离算法与McMaster算法类似，通过设置相邻数值、位移百分比、权重参数，利用反向距离权重计算每个临界点到该点滑移的距离。NURBfit算法利用样条曲线来拟合直线，通过设置基础多项式次数和片段长度来平滑图形边界，多项式次数越多、线段越短，拟合成果越平滑，适用于平滑等高线实例，移除光点和模拟地图绘制人员的工作。Orthogonal Distance Regression完全取代原有的几何要素，以点要素的形式拟合到指定位置（如到原图形的最小正交距离）。上述方法均不适用于界址点的抽稀工作。

2 成果分析

本文通过对比前4种抽稀算法的运行时间、总节点数、抽稀点数、标准界址点参考值、与标准重合点数[7]，并引入节点抽稀率、界址点适宜度来评价各算法在界址点抽稀工作中的优劣。针对不同类型的图

斑，引入面要素圆度参数，反映要素被拉伸的程度。通过控制图形的圆度对图形变化程度进行分组（表1），其中抽稀点数为算法运行结果，标准界址点参考值是人工选取的最优界址点，与标准重合点数表示抽稀的界址点中与标准界址点重合的个数，界址点适宜度是重合点数与标准界址点参考值的比值。

表1　抽稀算法成果分析

抽稀类型	图形圆度	运行时间	总节点数	抽稀点数	节点抽稀点百分比/%	标准界址点参考值	与标准重合点数	界址点适宜度/%
中轴骨架	<0.3	193.27	1 568	347	22.13	304	164	53.95
中轴骨架	0.3~0.6	193.29	1 254	324	25.84	272	162	59.56
中轴骨架	>0.6	193.29	182	52	28.57	47	27	57.45
角度算法	<0.3	96.16	1 568	543	34.63	304	222	73.03
角度算法	0.3~0.6	96.61	1 254	480	38.28	272	222	81.62
角度算法	>0.6	96.86	182	80	43.96	47	39	82.98
Douglas-Peuker	<0.3	28.24	1 568	327	20.85	304	271	89.14
Douglas-Peuker	0.3~0.6	28.27	1 254	308	24.56	272	256	94.12
Douglas-Peuker	>0.6	28.29	182	60	32.97	47	44	93.62
Wang-Müller	<0.3	27.56	1 568	894	57.02	304	218	71.71
Wang-Müller	0.3~0.6	27.66	1 254	799	63.72	272	215	79.04
Wang-Müller	>0.6	27.7	182	125	68.68	47	43	91.49

在2022年广西柳州市柳江区穿山镇林权调查项目中，选取一个村的数据进行实验，可以看出，对于不同类型图斑，节点抽稀率与圆度相关，圆度越接近0，抽稀率越高，圆度越接近1，抽稀率越低，中轴线+骨架线算法与Douglas-Peuker算法抽稀率相当；角度算法因不能在界址点两边线段长度上做准确控制，抽稀结果居中；Wang-Müller算法因连续折弯符号问题，抽稀率较低。在运行时间方面，在数据量不大的情况下，不同算法已出现明显效率差异，中轴线+骨架线算法因采用阻塞模式耗时最长，Douglas-Peuker与Wang-Müller算法最快。在界址点适宜度方面，角度算法与Douglas-Peuker算法抽稀的界址点符合项目要求，且符合度较高。结合上述指标，Douglas-Peuker算法的综合表现较好。

3　属性分析

基于图斑属性信息，分析抽稀后的界址点与界址线属性[8]：①界址点的起始位置，选取外截矩形左上角到图斑最近距离的点为图斑起点；②界址点、界址线编号，根据线段的计数序列排序，为要素中成员分配一个唯一标识，使计数器拥有各自独特的计数序列，再执行一个点线重叠操作，使每条输入线在相关的点和线之间共享属性（空间连接）；③界址线位置走向描述，与抽稀精度有关，在实际位置描述中除内业标记的地物点名外，方位计算与简化后图形边界的走向密切相关，抽稀过程中容差越大，界址点线越密集，走向描述越精确，反之亦然。

4　结　语

综上所述，界址点抽稀工作主要包括角度分析和图形简化。在图形简化方面，不同算法各有侧重，适用于不同的工作范畴，部分算法因简化后产生了新的顶点，不再适用于界址点的抽稀工作，但在处理其他图形方面具有借鉴意义，如地图缩编、等高线平滑等。在各类权属调查工作中，采用算法抽稀图形节点来提取界址点的方式，可节省大量工作。除林权不动产项目外，该方法在农村土地承包经营权更新、土地所有权更新等项目中均具有适用性。

参考文献

[1] 李朝奎,刘俊杰,董沈峰,等. 一种界址点与界址线提取的优化算法[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2021,46(3):410-416

[2] 李峥. 基于FME的省级林业变更调查ETL总体解决方案[J]. 林业勘察设计,2016,36(4):6-9

[3] 羌铃铃,王伟,金洁. 土地承包经营权确权中界址点、线生成算法研究[C]//江苏省测绘地理信息学会2016年学术年会论文集,2016:93-95

[4] 邱国会,郭伟,邱力. FME在洞庭湖洪水容量批量计算中的应用[J]. 地理空间信息,2022,20(5):121-123

[5] 王晓理,陈双军,魏斌,等. 曲线拟合的Douglas-Peucker算法阈值优化选择[J]. 测绘科学技术学报,2010,27(6):459-462

[6] 张志伟,暴景阳,肖付民,等. 基于Ping的Douglas-Peucker法抽稀阈值优化选取[J]. 海洋测绘,2015,35(2):9-12

[7] 李磊,李正品,李曦凌. 宗地界址点自动化提取算法研究[J]. 测绘地理信息,2018,43(2):90-92

[8] 程朋,曾毅,万雷,等. 基于FME的地籍数据建库方法研究与应用[J]. 资源导刊·信息化测绘版,2021(9):34-36