

一种断层多边形自动平滑方法^①

李 荟¹, 赵云敏²

¹(东北石油大学 计算机与信息技术学院, 大庆 163318)

²(大庆油田 第一采油厂, 大庆 163318)

摘 要: 提出了一种断层多边形平滑方法. 该方法针对利用边界追踪算法提取断层多边形, 利用断层多边形折线之间的角度, 边长等因素, 在保持断层多边形形态的前提下对断层多边形进行平滑, 改善了断层多边形的视觉效果和美观, 为地震资料解释提供了一种很好的方法. 经过大庆油田多地区地震图像的验证, 此断层多边形提取与平滑方法可以有效提取出断层多边形并去除断层多边形的毛刺, 对断层多边形平滑效果显著.

关键词: 断层多边形; 多边形提取; 多边形平滑; 地震图像

A Fault Polygon Extraction and Smoothing Method

LI Hui¹, ZHAO Yun-Min²

¹(School of Computer and Information Technology, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

²(First Oil Production Plant of Daqing Oilfield, Daqing 163318, China)

Abstract: A method for fault polygon extraction and smoothing is proposed in this paper. The method extracts fault polygon by boundary tracking algorithm, it uses the angle of fault polygon line and side length to smooth polygonal fault under the premise of keeping fault polygons form, and then enhances the fault polygon visual effects and aesthetics, it also provides a very good method for seismic data interpretation. After the validation in daqing oilfield seismic image, this fault polygon extraction and smoothing method can effectively extract fault polygons and remove the burr of fault polygon, the effect in fault polygon smooth is remarkable.

Key words: web information extraction; knowledge presentation; data intensive web pages; ontology-based keyword library

1 引言

在地质资源勘探开发过程中, 地震图像是获取地质信息的一种有效途径. 但是由于采集地震数据仪器本身的缺陷、环境或其它因素的影响, 得到的地震图像不可避免的包含噪声或变得模糊不清, 这大大降低了地震资料解释的精度和效率^[1]. 层位解释是地震解释的一部分, 所谓的层位解释就是从地震数据中提取出断层多边形, 目前已有多种从相干数据体中提取断层多边形的的方法, 如: 《边缘检测技术在石油勘探中的研究进展》^[2]、多尺度边缘检测技术在低级序断层识别中的应用^[3]、基于方向信息测度的断层检测方法^[4]等. 本文提出在 T0 图(如图 1 所示)中提取断层多边形, 断层多边形是折线图形, 存储的是点序列文件(如表 1 所示), 对断层多边形进行平滑之后, 存储的仍然是点序列文件. 断层多边形平滑的目的主要有以下两点:

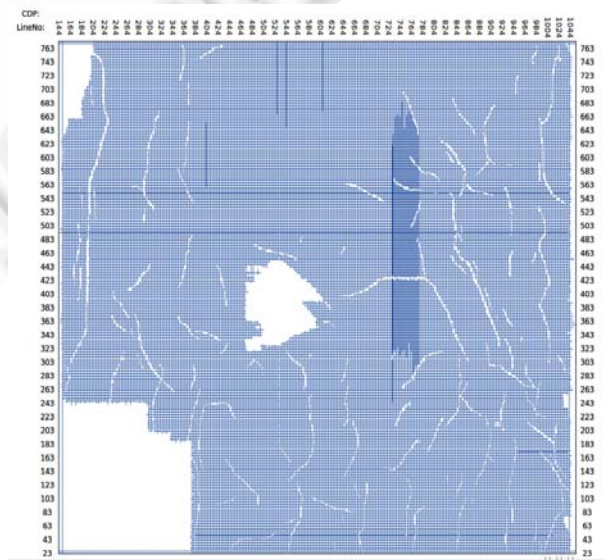


图 1 油田某区块 T0 图

① 收稿时间:2013-01-30;收到修改稿时间:2013-03-18

(1) 适当的减少断层多边形点的个数(也就是较少断层多边形的毛刺), 这是与传统的B样条曲线和Bézier曲线等曲线平滑方法最大的区别^[2-4].

(2) 在保持断层多边形原有形态的前提下, 改善断层多边形的视觉效果和美观^[6,7], 提高地震图像的清晰度, 更利于进一步的地震资料解释.

实验结果表明, 使用该方法后原地震图像中带有毛刺的断层多边形得到了平滑, 与传统方法相比其处理结果与实际情况更为相符.

2 断层多边形平滑预处理

2.1 平滑原理

(1) 边长计算公式: 依据一条边上两个端点的 x , y 坐标, 再利用两点间的距离公式求出一条边的长度.

具体计算: 边长 = $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$, 其中: (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 分别是该边两端点的 X , Y 坐标.

(2) 计算角度公式: 根据角的两条边以及角的对边, 计算出该角的度数, 并且这种求法满足角度在0到180度范围之内.

$$\text{具体计算: 角度} = \frac{180}{\pi} \cdot \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}\right)$$

其中: a , b 分别是角的两条邻边的长度; c 是角的对边长度.

(3) 平滑插入点的计算方法:

如果断层多边形中一个角的两边不相等, 并且小边的长度大于6个像点, 则在角的两边靠近角度的一方取边长的四分之一处插入点; 如果较小的边的长度小于6个像点, 则在角的两边的中点处插入点.

2.2 断层多边形提取

断层多边形提取就是在T0图上提取断层多边形, 生成断层多边形文件, 由于T0数据在计算机显示器上显示的断层区域, 其大小、形状通常都很不规则, 甚至存在公共交点和公共边界^[8-10], 因此需要有比较好的边界追踪算法提取出所有这些边界信息参数, 并且不能有重复和遗漏. 本文应用基于层位解释的断层多边形自动组合技术^[7]进行断层多边形的提取, (利用边界追踪算法提取断点位置形成断层多边形文件, 实现断层多边形的自动组合), 其基本算法如下:

(1) 先确定四个逆时针方向可走回原点, 并找到只有一个方向的数据, 依次向下查找, 并记下数据来时的方向.

(2) 当遇到数据间断时, 将数据间断的那一点标记为该多边形的一个边缘点, 并向来时方向的相反方向回溯.

(3) 在查找数据的过程中, 若遇到起始点, 则算法结束; 若遇到数据间断点就返回步骤(2); 若遇到特殊点, 则进入步骤(4).

(4) 以步骤(1)中确定的四个方向为标准, 回溯时的方向按逆时针方向在特殊点处, 转向下一个方向, 继续查找数据, 并返回步骤(3).

提取后生成的断层多边形文件格式如表1所示, 其中: 采样点标记是6的是起始点; 标记是8的是结束点; 采样点标记是7的是中间点, 处于起始点和结束点之间.

表1 断层多边形文件格式

X 坐标	Y 坐标	采样点标记	断层编号
594319.90	5112770.10	6	1
594159.90	5112770.10	7	1
.....			
594639.90	5112770.10	7	1
594479.90	5112750.10	8	1

1.3 断点删除和插入处理

断层多边形平滑处理之前要删除断层多边形文件中多余的断点, 这样可以压缩数据、节省存储空间, 为后续处理提供便利, 主要分为以下两种情况:

(1) 除去一条直线上除两端点之外的点, 以及角度接近180度的点. 如图1、图2、图3、图4所示.



图1 同一直线上的三点

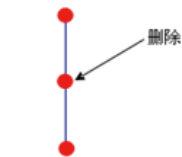


图2 同一直线上的三点

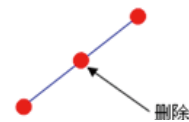


图3 同上斜线上三点

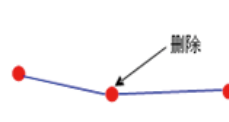


图4 点间夹角大于175度

(2) 计算出每个点的角度大小, 如果一个大角的两边任意一边小于用户给定的边长, 则去掉此点, 如图5所示.

如果角的两边相等, 则在两边的中点插点; 如果两边长度不一致, 再判断两个边中较小边的长度, 如果长度大于6, 则分别在两边的四分之一处插点, 如图6所示.

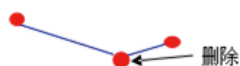


图 5 一边小于定值

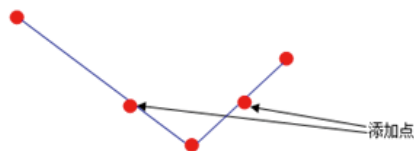


图 6 插入点情况

3 断层多边形平滑

根据预处理后的多边形数据对断层多边形进行平滑, 具体平滑步骤如下:

Step1 根据断层多边形的特性及走向, 确定多边形的两个基准点;

Step2 根据两个基准点邻边长度确定基准边, 基准边确定之后, 另一条边平滑以基准边为依据;

Step3 运用曲线平滑的方向判别法和线性插值原理对基准边进行平滑.

把此算法与两点平滑及三点平滑相结合, 则更方便用户的使用.

3.1 断层多边形两点平滑算法

(1) 确定两个基准点, 两个基准点的确定等于确定上下两盘边界点. 基准点的确定方法有两种, 一是根据两边的夹角小, 且顶点位于断层多边形临街四边形的边界; 二是可人工交互确定.

(2) 按照基准点分为两组, 即断层的上盘和下盘.

(3) 采用平滑算法对两组分别进行平滑处理, 重复此过程, 直到满意为止.

图 7、图 8 是断层多边形两点平滑前后的对比图:

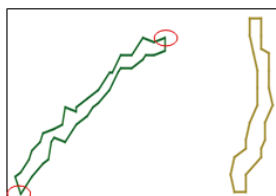


图 7 断层多边形两点平滑之前图

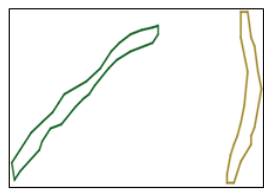


图 8 断层多边形两点平滑之后图

3.2 断层多边形三点平滑算法

三点平滑是对具有多个公共点, 且不符合公共点处理标准的断层多边形而设计的平滑方法. 具体算法

步骤如下:

(1) 采用人工交互方法确定三个基准点, 三个基准点的确定就等于确定了平滑区域;

(2) 定位平滑区域的所有边界点, 并按照基准点分为两组, 以基准点为中心;

(3) 采用平滑算法对两组分别进行平滑处理, 反复操作, 直到满意为止;

断层多边形三点平滑前后对比, 如图 9、图 10 所示:

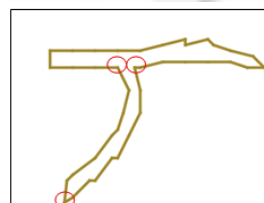


图 9 断点多边形三点平滑之前图

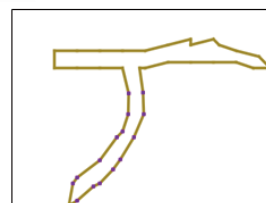


图 10 断层多边形三点平滑之后图

3.3 平滑处理结果

本文对大庆地区多个区块的地震图像进行了仿真试验. 由于篇幅所限, 仅以大庆油田某区块 1 和区块 2 为例, 给出断层多边形平滑前后对比图, 图 11、图 12 分别是大庆油田某区块 1 层位自动提取出的断层多边形和经过平滑的断层多边形. 图 13、图 14 分别是大庆油田某区块 2 层位自动提取的断层多边形和经过平滑的断层多边形对比图.

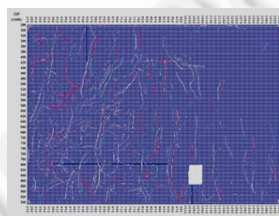


图 11 大庆油田某区块 1 平滑后带背景断层多边形

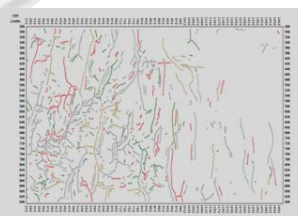


图 12 大庆油田某区块 1 平滑后不带背景断层多边形

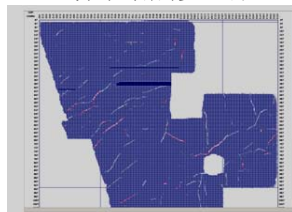


图 13 大庆油田某区块 2 平滑后带背景断层多边形



图 14 大庆油田某区块 2 平滑后不带背景断层多边形

(下转第 140 页)

4 结语

研究表明,应用免疫克隆选择算法能够有效地解决易腐产品配的运输调度问题,同时本文采用的算法也适用于求解其他类似的易腐易逝产品的配送问题.对于易腐产品而言,供应商通常更关心易腐产品的腐坏,并愿意使用更多的车辆或者保护产品的策略来防止腐坏,使用的车辆越多,配送速度越快,保鲜保质措施越到位,客户就越满意,和供应商的合作会更愉快更持久.接下来的研究工作可以进一步拓宽,比如考虑城市路况的随机性、装卸货时车内与车外温差导致的能源损耗、腐坏率随时间变化和客户需求与市场供求的关系等.

参考文献

- 1 李娜,王首彬.不确定需求下易腐产品的生产配送优化模型.计算机应用研究,2011,28(3):927-930.
- 2 谢小良.易逝品库存运输整合优化[学位论文].长沙:中南大学,2010.
- 3 李泽华.带时间窗约束的生鲜产品配送车辆路径优化问题研究[学位论文].大连:大连海事大学,2009.
- 4 汤雅连,蔡延光,赵学才.关联物流运输调度问题的改进遗传

算法.微型机与应用,2012,31(17):69-71.

- 5 Pan LJ. A Clonal Selection Algorithm for Open Vehicle Routing Problem. 2009 Third International Conference on Genetic and Evolutionary Computing. 786-780.
- 6 秦子玄,陈霞,唐小鹏,梁时木,漆杨,于中华.基于免疫克隆选择算法的固定费用运输问题优化.计算机应用研究,2009,26(7):2530-2534.
- 7 Ma J, Zou H, Gao LQ, Li D. Immune Genetic Algorithm for Vehicle Routing Problem with Time Windows. Proc. of the Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Dalian, 13-16 August 2006: 3465-3469.
- 8 Shi G, Jing YW. Research of Improved Immune Clonal Algorithms and its Applications. CIMS 2009 International Conference on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications, Hong Kong, China, May 11-13, 2009.
- 9 Guo ZL, Wang SA, Zhuang J. A novel immune evolutionary algorithm incorporating chaos optimization. Pattern recognition letters, 2006, 27: 2-8.
- 10 张向荣,焦李成.基于免疫克隆选择算法的特征选择.复旦学报(自然科学版),2004,43(5):926-929.

(上接第161页)

4 结论

本文在分析研究传统图形平滑方法的基础上,根据地震图像的特点对断层多边形提取与平滑方法进行了研究.本文的断层多边形提取与平滑方法已经进行了大量的试验,并应用到大庆地区的多个区块中.实验表明,采用本文的断层多边形提取与平滑后的地震图像对比度明显提高,断层多边形边缘细节信息保持良好,大大地提高了地震解释的精度和效率.

参考文献

- 1 唐世伟.地震解释中的图像处理方法与技术研究[学位论文].大庆:东北石油大学,2011.
- 2 许辉群,桂志先.边缘检测技术在石油勘探中的研究进展.特种油气藏,2011,18(4):7-10.
- 3 王秋语,程会明.多尺度边缘检测技术在低级序断层识别中的应用.石油天然气学报,2010,32(4):226-228.
- 4 文晓涛,唐湘蓉,贺振华.基于方向信息测度的断层检测方法.石油物探,2008,47(2):128-131.

- 5 赵罡,王爱增,穆国旺.基于小波的非均匀B样条曲线自动光顺算法.计算机辅助设计与图形学,2010,22(11):1925-1931.
- 6 平丽.图像平滑处理方法的比较研究.信息技术,2010,1:65-68.
- 7 Luo Y, Marhoon M, Dossary S A, Alfaraj MA. Edge preserving smoothing and applications. The leading edge, 2002, 21: 136-158.
- 8 Chitwong S, Cheevasuit F, Dejhan K, Mitatha S, Nokyo C, Paungma T. Segmentation on edge preserving smoothing image based on graph theory. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2000. Proc. IGARSS 2000. IEEE 2000 International, 2000, 2: 621-623.
- 9 Berkner K, Wells R. Smoothness estimates for soft-threshold denoising via translation-invariant wavelet transforms. Applied and Computational Harmonic Analysis 2002, 12(1): 1-24.
- 10 王兆湖,刘财,等.基于层位解释的断层多边形自动组合技术.石油地球物理勘探,2009,2:104-106.