

数学与统计学院 毕业设计答辩

聚类算法在地震速度谱自动拾取中的应用研究

统计 71 王泽昊（指导教师: 张春霞）

2021 年 6 月 22 日

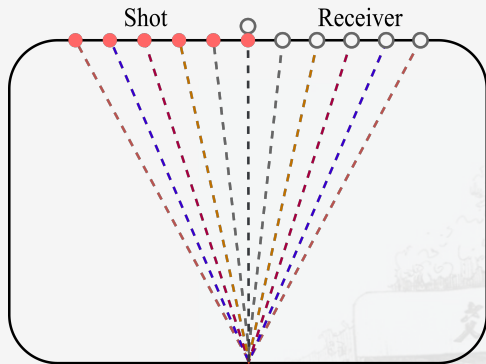
主要工作

- 相关背景知识学习;
- 文献阅读, 文献翻译;
- 聚类算法理论学习;
- 代码编写, 进行试验;
- 探究可能改进方向.

问题背景介绍



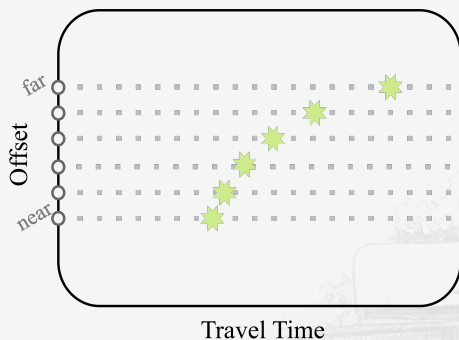
CMP 道集



Shot 代表激发器, Receiver 代表接收器, 每一对 Shot-Receiver 都呈对称分布.

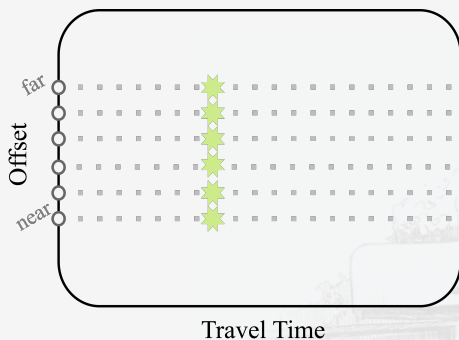
图 1: Common MidPoint Gather

对应的速度谱



Offset 为偏移距, 即 Shot-Receiver 间的水平距离; Travel Time 为旅行时, 即 Shot 发出的信号被 Receiver 接收到所需的时间.

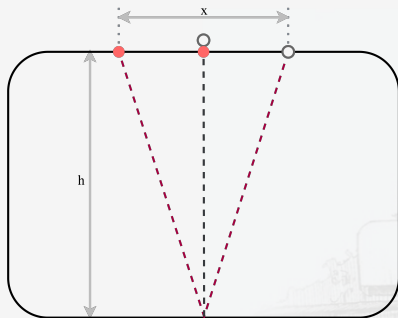
期望得到的速度谱



将所有 Shot-Receiver 对得到的地震波记录都校正到同一旅行时上, 方便对所有地震波记录进行叠加.

动校正

偏移距: x , 旅行时: t , 传播长度: l , 反射点深度: h , 零偏移距旅行时: t_0 , 波速: v , 可以计算得到^[1]:



$$t = \frac{l}{v} = \frac{2\sqrt{h^2 + x^2/4}}{v}, t_0 = 2h/v,$$

$$t = \frac{2\sqrt{t_0^2 v^2/4 + x^2/4}}{v} = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{v^2}},$$

$$t_0^2 = t^2 - \frac{x^2}{v^2}. \quad (1.1)$$

实际动校正过程

算法 1: 实际动校正步骤

Input: CMP 道集, 动校正速度

Output: 动校正后的道集

从动校正后的道集出发;

for 动校正后道集上的每一个点 (x, t_0) **do**

 用式 (1.1) 计算 t_0 在 CMP 道集上对应的旅行时 t ;

 在 CMP 道集上找出点 (x, t) 关于 t 的前后两个点; 若个数不足则
 不进行后续步骤;

 用前后两个点共四个点的振幅插值得到点 (x, t) 的振幅;

(x, t) 的振幅就是校正后道集上点 (x, t_0) 的振幅。

end

文献阅读、翻译



文献调研

通过阅读相关的外文文献,了解到速度分析通常有以下几种方法:

- 速度谱相似性;
- 局部地震斜率;
- 神经网络;
- 聚类.

文献翻译

对下列两篇文献进行了全文翻译:

Rodriguez A, Laio A. Clustering by fast search and find of density peaks[J]. Science, 2014, 344(6191):1492-1496

Zhang P, Lu W. Automatic time-domain velocity estimation based on an accelerated clustering method[J]. Geophysics, 2016, 81(4): U13-U23

背景、理论知识学习

背景知识学习

由于地震勘探学背景知识的缺乏, 对此书籍的前四章进行了学习:

Zhou H W. Practical Seismic Data Analysis[M]. Cambridge University Press, 2014

聚类算法理论学习

对于 EM 算法, 变分推断, Dirichlet 过程的相关文献进行了阅读, 并对于相关的公式和算法进行了推导.

Blei D M, Jordan M I. Variational inference for Dirichlet process mixtures[J]. Bayesian Analysis, 2006, 1(1): 121-143

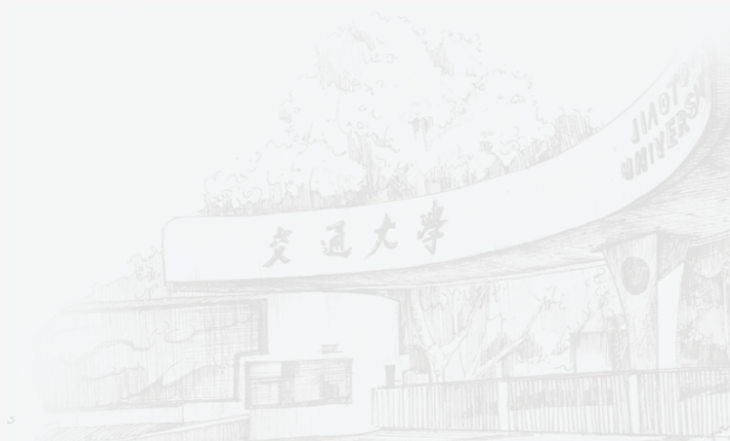
Blei D M, et al. Variational Inference: A Review for Statisticians[J]. Journal of the American Statistical Association, 2017, 112(518): 859-877

代码编写

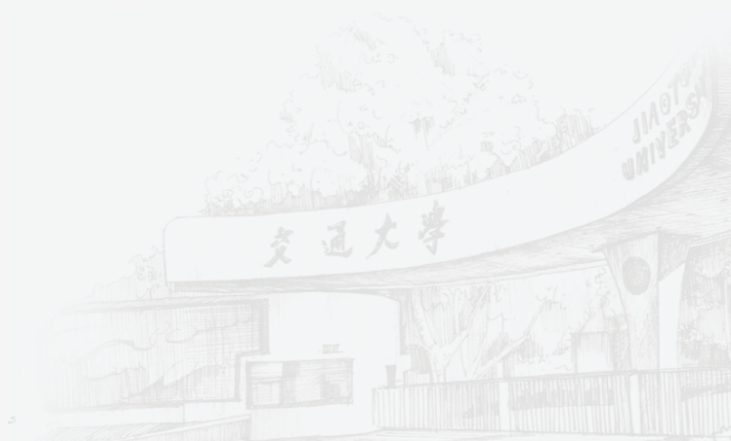
代码编写目前约 950 行, 实现了对地震数据进行读取、预处理、聚类、结果分析、曲线拟合、在原始道集上进行 NMO 校正的功能. 曲线拟合和 NMO 校正的代码目前还不完善.

<https://github.com/Addasecond86/XJTU-Bachelor-Dissertation-Statistics-WangZehao/tree/main/codes>

试验结果



试验结果



后续改进

后续改进主要考虑在以下几个方面：

1. 完善曲线拟合与 NMO 校正的代码
2. 探究更加有效剔除噪声的方法
3. 探究更为合理的曲线拟合方法

参考文献

- [1] Green C H. Velocity determinations by means of reflection profiles[J]. Geophysics, 1938, 3(4): 295-305.
- [2] Rodriguez A, Laio A. Clustering by fast search and find of density peaks[J]. Science, 2014, 344(6191): 1492-1496.
- [3] Zhang P, Lu W. Automatic time-domain velocity estimation based on an accelerated clustering method[J]. Geophysics, 2016, 81(4): U13-U23.
- [4] Zhou H W. Practical Seismic Data Analysis[M]. Cambridge University Press, 2014.
- [5] Blei D M, Jordan M I. Variational inference for Dirichlet process mixtures[J]. Bayesian Analysis, 2006, 1(1): 121-143.
- [6] Blei D M, Kucukelbir A, McAuliffe J D. Variational Inference: A Review for Statisticians[J]. Journal of the American Statistical Association, 2017, 112(518): 859-877.

谢谢观看