NaNDC – Nodal Array Non-Double-Couple

使用手册

Version 0.0.1

2024.12.02

# Author

Lichun Yang, Southern University of Science and Technology (SUSTech), lichun.yang.geo@gmail.com

# Introduction

NaNDC以P波初至极性、P波振幅以及S/P振幅比作为输入，通过网格搜索算法，寻找最优全矩张量解并对非双力偶成分的不确定性进行可视化。网格搜索的过程分为两个步骤。第一步是在六维空间 中以较大的网格间距进行搜索，以确定地震矩。第二步是在固定地震矩的基础上，在五维空间中进行更精细的网格搜索，获得误差最小的矩张量。默认采用基于多线程的并行策略对网格搜索过程进行加速。



# Citation

Lichun Yang, Ruijia Wang; NaNDC: Full Moment Tensor Inversion and Uncertainty Analysis for Large‐*N* Monitored Small Earthquakes. *Seismological Research Letters* 2024; doi: <https://doi.org/10.1785/0220240219>

# Notice

1. NaNDC最低运行内存要求为16G；
2. NaNDC不提供获取输入数据的模块，需要用户自行从事件波形中提取极性、振幅和振幅比;
3. 误差函数中的 , , 由参数 **--weight** 指定；, , 则需要在数据文件 (evid.dat) 中声明;
4. 振幅的量级对确定震级起着决定性作用，请仔细检查振幅的单位是否为米（位移），否则会搜索到错误的震级，导致错误的反演结果；
5. 为了加快网格搜索的速度，NaNDC默认使用multiprocessing进行线程并行计算，请根据运行设备CPU核数设置参数 --ncpu，若ncpu的数量超出设备CPU核数，将被重置为设备CPU最大核数；增加 --pcpu 的数量（大于50,000），会极大增加内存消耗，但对运算速度影响可能不大。

# Quick Installation

\*\*目前仅在Linux系统中通过测试\*\*

推荐使用conda安装NaNDC所需要的Python库（提供envs.yml文件）：

1. 根据envs.yml创建新的虚拟环境

conda env create -f envs.yml

1. 激活虚拟环境nandc

conda activate nandc

# Run Example

进入./example文件夹

Linux Terminal中运行bash脚本

bash ./run\_example.sh

Python

python ./run\_example.py

# Input

必须指定的三个参数: **--event\_list; --data\_dir; --vmodel;**

**--event\_list**

e.g., ./nandc-v0.0.1/example/events.list

包含待反演地震事件信息的文件路径；

4或5列，以空格作为间隔 (evid evlo evla evdp [mag])

e.g., 20161128065337.920 -117.248145 54.343429 3.269 3.0

evid: 事件ID，用于寻找观测数据文件

evlo: 经度；evla: 纬度；evdp: 深度

mag: 事件震级

可选项；如果指定mag，NaNDC将在震级搜索将mag作为参考震级，以**dmag**作为间隔，在范围[**mag-rmag, mag+rmag**]中搜索最优震级（即best-fitting seismic moment M0）；若不提供参考震级，NaNDC将首先以**0.5**作为间隔在范围[**min\_mag, max\_mag**]中搜索获得次优震级mag1，然后以**dmag**作为间隔在范围[**mag1-dmag, mag1+dmag**]中搜索以获得最优震级。

**--data\_dir**

e.g., ./nandc-v0.0.1/example/data/

包含观测数据文件的文件夹

观测数据文件格式 e.g., 20161128065337.920.dat

命名方式 evid.dat，**evid应与event.list中相同，后缀必须为dat**

9列，以空格作为间隔

(stid, stlo, stla, weight\_polarity, polarity, weight\_p-amplitude, p-amplitude, weight\_S/P, S/P\_ratio)

stid: 台站ID；stlo: 台站经度；stla: 台站纬度

weight\_polarity: , P波初至极性权重 [0-1]

polarity: P波初至极性 [正 1; 负 -1; 无数据 0]

weight\_p-amplitude: , P波振幅权重 [0-1]

p-amplitude: P波振幅，注意单位为米（位移）

weight\_S/P: , S/P振幅比权重 [0-1]

S/P\_ratio: log10(S/P)

**--vmodel**

e.g., ./nandc-v0.0.1/example/toc2me.nd

一维速度模型，格式与taup要求相同，详情请见示例文件

共6列（Depth, Vp, Vs, Density, Qp, Qs）

注意应包含mantle, outer-core, inner-core字段

**--save\_dir**

e.g., ./nandc-v0.0.1/example/invs/

反演结果保存路径（默认值 ./inversion\_results）

**--weight**

e.g., 1/1/1

误差函数中P波极性、P波振幅与S/P振幅比的权重系数；每一项设置范围

**--ncpu**

并行计算时调用的线程数，默认24

**--pcpu**

单线程单次正演的矩张量数量，默认50000

Seismic moment search parameters

**rmag/dmag/min\_mag/max\_mag**

**默认值 0.5/0.1/-2/6**

**--rmag**

default 0.5

**--dmag**

default 0.1

**--min\_mag**

未指定参考震级时震级搜索的下限，默认 -2

**--max\_mag**

未指定参考震级时震级搜索的上限，默认 6

**npts\_v/npts\_w/npts\_kappa/npts\_sigma/npts\_h/tightness/uniformity**

**默认值 21/45/73/37/21/0.9/0.9**

# Output

**Figures:**

evid.png 绘制最佳全矩张量

evid\_data.png 绘制观测数据在震源机制解上的投影（左：P波极性；中：P波振幅；右：S/P振幅比；黑色表示正极性，白色表示负极性）

evid\_lune.png 非双力成分不确定性投影

**Files:**

evid\_meca.txt 震源机制求解结果

evid\_decom.txt 震源机制分解结果（节面走向/倾向/倾角；非双力偶成分占比）

evid\_data.csv 输入数据及最佳震源机制解对应的合成数据