

粒子フィルタによる低周波微動検出の試み
Towards Detecting Tectonic Tremor by Using Particle Filters

○宮澤理稔

○Masatoshi MIYAZAWA

Detecting small amplitude tectonic tremor embedded in large amplitude seismic waves is great challenge in particular when the predominant frequency of tremor is similar to the period of passing seismic waves. We use particle filters to detect such small events in particular remotely triggered by passing surface waves from large distance earthquakes, while in the present case a high-pass filtering technique to identify a local event cannot be applicable. We will report preliminary results for the detection test.

1. はじめに

プレート境界付近で観測される非火山性の低周波微動は、大地震からの表面波の通過によって動的に誘発される事がある。このような表面波の周期に比べて微動の卓越周期が短周期であれば、振幅が小さくても high-pass filter などの波形処理をすることで比較的容易に微動を検出することができる。しかし微動の卓越周期が表面波の周期である数十秒に重なる様な場合、このような手法を検出に用いることはできない。また表面波に振幅に比べて微動の振幅は何桁も小さいため、単純に観測された波形を見ただけでは微動の有無を判断することは極めて難しい。そこで本研究では、粒子フィルタ（モンテカルロフィルタ）を用いて、連続波形の中に埋もれた極微小振幅の低周波微動を検出することを目的に、数値実験を行う。

2. 手法と数値実験内容

本研究で用いる粒子フィルタの手法について、簡単に説明する。計算機上で大量の粒子を発生させ波形を再現していく方法であるが、ここで各粒子は時刻 t における振幅の分布を表すことになる。手法の流れは以下の通りである。

- (1) 粒子の初期値を与える
- (2) 時刻 t の粒子から、時刻 $t+\Delta t$ における振幅値を各粒子について予測する。
- (3) 各粒子に対して尤度を計算する
- (4) 尤度に基づく重みに比例して、粒子を李サンプリングする
- (5) 時刻 t がデータ期間終了となるまで (2) ~ (4) のプロセスを繰り返す

このような手法により、観測波形中に含まれているかも知れないシグナルの存在を、尤度を用いて推定することができる。またそのようなシグナルの発生時刻や振幅についても、確率変数に対する尤度を通じて推定することができる。ただし技術的には様々な問題点が存在する。本研究では、現時刻の情報を少し戻った時刻について適用するという粒子固定ラグ平滑化を用い、また粒子分布の近似精度が悪化するという縮退を避けるためにも Random-walk Metropolis-Hastings サンプリング法を用いた。

試験的に、1 観測点 1 成分における表面波を模した波形に小振幅の微動波形を重ねた合成波形を用意し、粒子フィルタを用いて微動波形のみを検出する試みを行った。表面波を完全に予測可能である場合には、微動波形を精度良く検出できる事が分かった。しかし観測波形のみが与えられ、モンテカルロ的に予測する波形の再現性がそれほど良くない場合、検出精度は劣る事が分かった。

3. まとめ

各粒子について、次の時間ステップの予測をどのように与えるかが、検出精度に対し強い影響を及ぼしている。複数観測点や複数成分の波形を用いることで、1 成分のみの場合に比べてより精度良く埋もれたシグナルを検出出来る可能性がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP 16K05537 の助成を受けたものです。