

Transdimensional inversion of receiver functions and surface wave dispersion

T. Bodin, M. Sambridge, H. Tkalčić, P. Arroucau, K. Gallagher, and N. Rawlinson

JGR, V117, B02301, 2012

Date: 2012/11/20

Summarized by Seongryong Kim

Receiver function과 surface dispersion inversion은 highly non-linear하고 non-unique하다. 따라서 일반적인 linear inversion의 과정은 local minima에 빠지기 쉬울 뿐만 아니라, smoothing과 같은 regularization으로 근원적으로 왜곡된 결과를 준다. Global minimum을 찾는 optimization 방법은 결과적으로 하나의 결과를 찾게 되기 때문에, 발생할 수 있는 error에 대한 고려나 uncertainty와 같은 요소를 추정하기 어렵고, 따라서 결정된 모델의 신뢰도를 알기 어렵다. 본 연구에서는, 이러한 어려움을 회피하기 위하여 “acceptable” model ensemble을 만들어 내는데 유용한 Bayesian inference를 이용한다.

실제 속도구조의 연속성에 비해, synthetic을 만들기 위해서는 고정된 dimension의 모델을 사용하게 되는데, 이러한 parameterization에 의한 왜곡을 줄이기 위해서 Voronoi nuclei 를 이용하여 layer 수를 변화시키는 trans-dimensional한 고려를 한다. 이를 위해, 이전 모델에서 확률 분포 (proposal distribution)에 따른 parameter값의 변화를 준 후, prior, likelihood function, proposal probability에 따른 acceptance probability를 계산하여 0에서 1 사이의 random number와 비교하여 모델을 update하는 reversible-jump Markov chain Monte Carlo 방법을 사용하였다.

역산 과정에서는, level of data noise (covariance matrix of data error) 이 관측 자료에 fitting 되는 정도를 결정하게 된다. 일반적으로 bootstrapping과 같은 방법을 통해 관측 오차를 임의로 결정하여 주어진 범위 이내의 fitness를 보이는 모델을 적절한 모델로 간주한다. 본 연구에서는 이러한 임의적인 data noise level을 별도로 parameterization하여 (hyper parameter) Hierarchical Bayesian inference를 수행한다. 이 과정에서 data point 간에 correlated된 noise 도 고려된다. 이러한 방식은 Joint inversion에서 다소 임의적으로 결정되는 다른 종류의 data 간의 weighting factor와 같은 것 사용할 필요가 없도록 한다는 장점이 있다.