مجلهٔ فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۴، شماره ۱، ۱۳۸۷، صفحهٔ ۱۰۹- ۱۲۳

عملگر واهمامیخت متغیر با زمان در حوزه گابور

هانیه جهدی[۱] و حمیدرضا سیاهکوهی[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، مؤسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران
[۲] استادیار گروه فیزیک زمین، مؤسسهٔ ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران

(دریافت: ۸۵/۴/۲۰ ، پذیرش نهایی: ۸۶/۱۰/۲۵)

چکیده

در محیط درون زمین به‌دلیل وجود جذب (absorption) و گسترش کروی (spherical spread)، محتوای بسامدی سیگنال لرزه‌ای با گذشت زمان تغییر می‌کند. در این مقاله روشی از واهمامیخت به کار گرفته می‌شود که سیگنال را به‌صورت ناپایا در نظر می‌گیرد و با توجه به این ویژگی عملگر طراحی می‌کند. در این روش با تبدیل گابور لرزه‌نگاشت به حوزه گابور منتقل می‌شود و از آن برای برآورد تبدیل گابور سری بازتاب استفاده می‌شود. به‌عبارت دیگر با برآورد توام طیف دامنه تابع منبع و فاکتور Q و سپس تقسیم تبدیل گابور لرزه‌نگاشت به حاصل‌ضرب این دو، تبدیل گابور سری بازتاب حاصل می‌شود. در نهایت با اعمال عکس تبدیل گابور سری بازتاب به‌دست می آید. در این مقاله نحوه عملکرد واهمامیخت در حوزه گابور روی لرزه‌نگاشت مصنوعی و واقعی بررسی شده و مقایسه نتایج آن با واهمامیخت با استفاده از فیلتر وینر نشانگر برتری این روش به روش وینر است.

واژه‌های کلیدی: عملگر متغیر با زمان، واهمامیخت متغیر با زمان، تبدیل گابور، واهمامیخت گابور

Time-varying deconvolution operator in Gabor domain

Jahdi, H[1]. and Siahkoohi, H. R[2].

[1] *M.Sc. student of Geophysics, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran*
[2] *Assistant professor, Earth Physics Department, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran*

(Received: 11 Jul 2006 , Accepted: 15 Jan 2008)

Abstract

Due to the spherical divergence and specifically absorption in the earth, amplitude of a propagating seism wave varies as a function of time. This stretches the wavelet in time and reduces the time (or vertical) resolution of the seismic sections. To overcome the problem one has to apply so called spatial migration or deconvolution on data.

Usually the least square Wiener deconvolution is used to boost up the attenuated frequency components. Unfortunately, the Wiener based deconvolution methods assume that the source generated seismic wavelet is stationary (i.e. its frequency content remains unchanged within the record). A method of deconvolution in the Gabor domain is applied in this paper that considers the seismic data as a non-stationary phenomenon.

The Gabor transform (Equation 1) is a windowed or short time Fourier transform, where the window used to isolate the frequency content of input record in time, is a Gaussian type. According to the uncertainty principle, the Gabor transform has the least uncertainty among other windowed Fourier transforms.

*نگارنده رابط: تلفن: ۶۱۱۱۸۲۷۷-۰۲۱ دورنگار: ۸۸۶۳۰۵۴۸-۰۲۱ E-mail: hamid@ut.ac.ir

$$v_g s(\tau, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) g(t-\tau) e^{-2\pi i f t} dt \qquad (1)$$

In this method the Gabor transform of reflectivity series is calculated using the Gabor transform of the seismic trace. Due to the semi-random distribution of the reflectivity sequence, we estimate in the Gabor domain, source function (or wavelet) and Q factor together by smoothing the Gabor transform of trace. The two estimated quantities both resemble the non-stationary source generated wavelet. Then dividing the Gabor transform of trace by the estimated wavelet and Q factor, the Gabor transform of reflectivity series is achieved (Equation 2). This is in fact performing of the non-stationary deconvolution in the Gabor domain. Finally by using the inverse Gabor transform, the reflectivity series will be calculated in time domain.

$$V_g r(\tau, f)_{est} = \frac{V_g s(\tau, f)}{\left| V_g s(\tau, f) \right|_{sep}} e^{-i\phi(\tau, f)} \qquad (2)$$

We generated two synthetic seismic traces using an arbitrary reflectivity series and two different wavelets (zero and minimum phase). To extract the Gabor transform of the reflectivity series from that of the seismic trace, we used a two dimensional box function. The dimensions of the box were selected by trial and error. Application of the box smoothens the Gabor transform of the trace which is the estimation of the Gabor transform of the non-stationary wavelet. We determined the phase spectrum of the non-stationary wavelet using the Kolmogorov method (Equation 3).

$$\phi'(\tau, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\ln \left| V_g s(\tau, f') \right|_{sep}}{f - f'} df' \qquad (3)$$

Applying both the Gabor deconvolution and Wiener deconvolution on synthetic and real data showed that the performance of the Gabor deconvolution is better than that of the Wiener decovolution.

Key words: Time variant function, Time variant deconvolution, Gabor Transform, Gabor deconvolution

۱ مقدمه

واهامیخت (deconvolution) لرزه‌ای یکی از مهم‌ترین بخش‌های پردازش اطلاعات لرزه‌ای است. هدف از به‌کارگیری واهامیخت، استخراج ضرایب بازتاب از مقطع لرزه‌ای ثبت شده و یا تشخیص و تضعیف بازتاباننده‌های تکراری (multiples) است. مرسوم‌ترین روش واهامیخت استفاده از فیلتر وینر است که رابینسون و تریتل (۱۹۶۷) آن را معرفی کردند. لرزه‌نگاشت را می‌توان حاصل همامیخت موجک لرزه‌ای و سری بازتاب در نظر گرفت. در روش وینر با در نظر گرفتن شروطی ازجمله حداقل بودن فاز موجک لرزه‌ای و تصادفی بودن سری بازتاب می‌توان با استفاده از لرزه‌نگاشت ثبت شده سری بازتاب را محاسبه کرد که این عمل واهامیخت نامیده می‌شود.

از طرف دیگر در محیط درون زمین به‌دلیل وجود جذب (absorption) و گسترش کروی (spherical spread) شکل موج در حال انتشار با گذشت زمان تغییر