



Supressão do *ground roll* utilizando o método do balanceamento espectral

Fabiane S. Serpa, Milton J. Porsani, Michelângelo G. da Silva e Paulo Espinheira M. Melo CPGG/UFBA, Brasil

Copyright 2005, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are author's responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Ground roll is a coherent noise of high amplitude and low frequency that appears in land seismograms. This type of seismic event overlap primary reflexions creating difficulties in the processing and interpretation of the seismic data. In the past years many different filtering techniques has been proposed to attenuate these noise. In this paper, we test a new approach which is based on spectral decomposition of the seismograms coupled with the use of automatic gain control (AGC) applied on each decomposed panel associated to each band of frequency used in the decomposition. A similar approach is used into the software FOCUS (Paradigm). These approach was tested on synthetic and real seismograms. The numerical examples demonstrates that the ground roll may be considerably attenuated suggesting the use of the new approach as a efficient tool useful to increase the ratio signal to noise in land seismograms.

Introdução

Em geral, os dados sísmicos de reflexão são sempre contaminados com ruídos. Nos dados sísmicos de levantamentos terrestres, um exemplo de tal ruído é o *ground roll*. Conhecido como ondas superficiais (constituídas principalmente de ondas Rayleigh), são sinais indesejáveis que mascaram as informações das camadas profundas. Propagando-se nas camadas de baixa velocidade, perto da superfície, aparecem nos registros sísmicos com baixo conteúdo de frequência, alta amplitude e baixa velocidade (Grant and West, 1965). O *ground roll* possui sua velocidade de propagação variando entre 100 a 1000m/s e, normalmente, possui sua energia mais concentrada nas baixas frequência em torno de 10Hz e também se apresentam com alta amplitude. Assim, se faz necessário a aplicação de filtros que utilizem as características do ruído com o objetivo de atenuá-lo preservando ao máximo informações das reflexões, uma vez que as reflexões sísmicas na região do registro onde o ruído é predominante, não podem ser claramente identificadas.

Metodologia

O método é aplicado no domínio da frequência e sua utilização possibilita, na maioria das vezes, um aumento do sinal uma vez que cada traço original é decomposto em vários traços com um único conteúdo de frequência e um AGC (controle de ganho automático) é aplicado em cada traço decomposto. Embora a amostragem dos dados tanto no domínio do tempo como no espaço acarrete no aparecimento de problemas de falseamento devido a limitação do conteúdo de frequência e do número de onda, esta técnica de filtragem permite que o AGC seja aplicado tanto no domínio da frequência quanto no domínio do tempo, o que consiste uma vantagem em relação a alguns pacotes comerciais que oferecem o AGC somente no domínio do tempo. O algoritmo do método de balanceamento espectral é aplicado como segue:

1. através da transformada FFT os dados são convertidos para o domínio da frequência;
2. os traços são desacoplados mediante as bandas de frequência de corte determinada;
3. cada banda de frequência é convertida separadamente para o domínio do tempo e cada traço original é decomposto em vários traços com um único conteúdo de frequência;
4. um AGC é aplicado em cada traço decomposto utilizando-se uma janela de tempo especificada;
5. os traços individualmente decompostos da banda são somados para formar o traço balanceado.

Descrição do modelo sintético

Um modelo sintético foi utilizado com o objetivo de verificar a eficácia do método de filtragem por balanceamento espectral. O referido modelo foi gerado no pacote de modelagem CWP/Cshot desenvolvido pela Colorado School of Mines. Neste algoritmo, o modelo da terra é 2,5D e a assinatura da fonte é obtida a partir do espectro de frequências positivas fornecido pelo usuário. Para este modelo foi gerada uma seção sísmica na configuração de tiro comum com 96 traços e a razão de amostragem é de 4ms. A banda de frequência fornecida ao programa para geração da assinatura da fonte foi de 10 a 40Hz.

O *ground roll* é um ruído altamente dispersivo no domínio do tempo-*offset* e apresenta caráter preditivo traço-a-traço. Logo, sua velocidade de fase é limitada por V_{min} e V_{max} e, conseqüentemente forma um cone, o qual é chamado de cone de ruído. Desta forma, os eventos acima citados, aparecem no registro sísmico de maneira totalmente predizível de traço-a-traço, ou seja: o caráter aleatório não existe e esses eventos são classificados como ruídos coerentes comprometendo assim a continuidade dos refletores. A presença desse ruído de baixa frequência

e de alta amplitude é um grande problema a se tentar contornar na geofísica de exploração. O sismograma sintético apresentado neste trabalho preserva as características do ruído, pois foi gerado a partir da adição do sinal (modelo sintético) e do ruído (removido de um sismograma real). O espectro do sinal coincide com o espectro do ruído. Isto se deve ao fato do ruído coerente (*ground roll*) estar mais concentrado nas baixas frequências e, devido normalmente a sua alta amplitude, dominar essas faixas de frequências.

Aplicação do método

O emprego do filtro pode ser comparado em dois sismogramas: o sismograma sintético (figura 1) e o sismograma real da família de tiro número 128 com 96 traços e 1001 amostras da linha sísmica RL5090 (figura 2) cedida ao CPGG pela PETROBRAS. Temos no sismograma real eventos totalmente diferentes do sinal, possuindo um caráter linear e de baixa velocidade. Já o sinal é composto de eventos de alta frequência, alta velocidade e que possuem um caráter hiperbólico. A figura 3 mostra o espectro de amplitude do dado sintético antes e depois do balanceamento. Neste espectro as reflexões apresentam um conteúdo de frequência variando na faixa de até 60Hz. As frequências mais dominantes do ruído estão em torno de aproximadamente 10Hz. Portanto, o espectro após o balanceamento mostra como a filtragem do *ground roll* foi significativa, além de realçar o conteúdo de alta frequência. Devido a alta amplitude, o *ground roll* domina as baixas frequências, enquanto que as mais altas, possuem níveis de amplitude muito parecidas com a da reflexão. No espectro de amplitude 2-D da figura 4 tem-se o resultado da aplicação do AGC no domínio do tempo e da frequência. Na banda de frequência entre 10 a 40Hz, percebe-se que o AGC no domínio da frequência consegue elevar as amplitudes.

Conclusões

Quando o ruído e o sinal possuem conteúdo de frequência muito parecidos, os filtros de frequência não são efetivos na separação dos eventos sísmicos. Contudo, o objetivo principal do método de filtragem apresentado é aumentar a resolução temporal e espacial dos dados sísmicos de maneira tal que seja possível atenuar o *ground roll* sem modificar o conteúdo de frequência do sinal original.

De um modo geral, a formulação do filtro deve sempre procurar minimizar os efeitos provenientes da filtragem de forma a apresentar uma atuação ótima nos dados, sem a introdução de efeitos indesejáveis. Os resultados obtidos com os dados sintéticos são bastantes razoáveis e o filtro se mostrou muito promissor, como uma nova técnica de filtragem, para a eliminação do *ground roll*. Nos resultados obtidos com os dados reais constata-se a aplicabilidade do balanceamento. O método é eficiente na atenuação do *ground roll*, pois o elimina embora tenha afetado a amplitude do traço sísmico. Testes futuros são bastantes animadores para comprovar de uma forma mais criteriosa o mapeamento de reflexões mais profundas (na presença do ruído) associado à presença de hidrocarbonetos.

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer a Paradigm pela disponibilização da licença do pacote de processamento sísmico FOCUS v4.3, ao PRH-08/ANP pelo financiamento na forma de Bolsa de Estudo e ao CNPq pelo suporte dado à pesquisa dos quais tornaram possível a realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- Clairbourn, J. F.** (1976) Fundamentals of geophysical data processing: with applications to petroleum prospecting, Mc Graw-Hill, Inc.
- Dobrin, M., Lawrence, L. P. and Sengbush, R. L.** (1954) Surface and near-surface waves in the Delaware Basing, Geophysics, 19: 695-715.
- Drew J. J.** (1986) Spectral Balancing, Geop 514, University of British Columbia.
- Grant, F. S. and West, G. F.** (1965) Interpretation theory in applied geophysics.
- Pestana, R. C.** (1988) Deconvolução na presença de ruído coerente de alta amplitude, tese de doutorado, Universidade Federal da Bahia.
- Silva, Michelângelo G. e Porsani, M. J.** (2004) Filtragem do ground roll, DMO e empilhamento CMP da Bacia do Tacutu, II Workshop da Rede Cooperativa de Risco Exploratório em Petróleo e Gás.
- Yilmaz, Ö.** (2001) Seismic Data Analysis, 1.

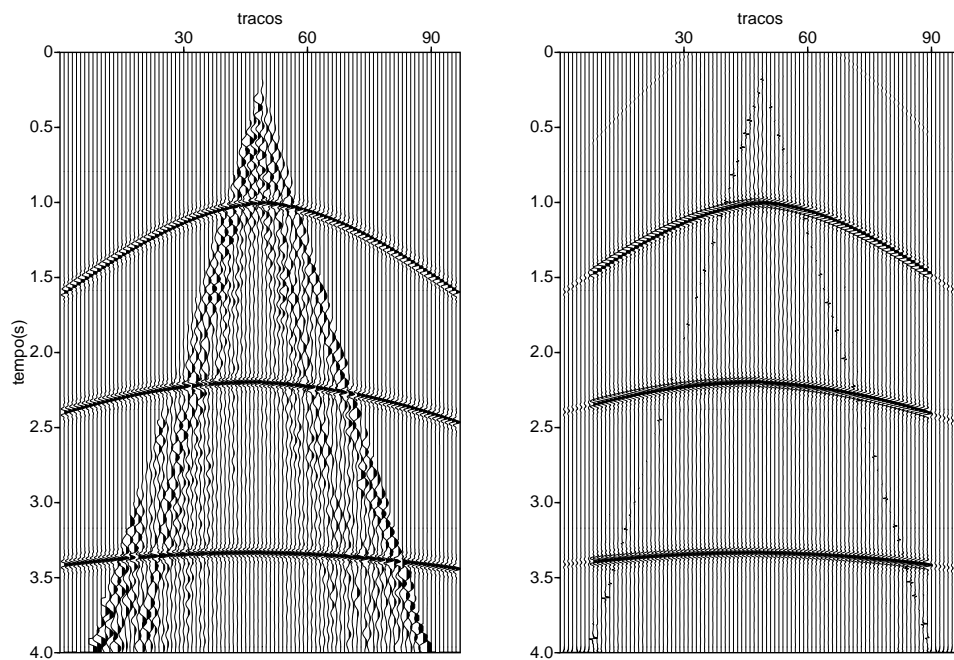


Figura 1: Seção sísmica sintética na presença do ruído coerente de alta amplitude. (a) Dado original (b) Dado filtrado com o método do balanceamento espectral. O método de filtragem empregado eliminou de forma eficiente o ruído não havendo modificações no sinal.

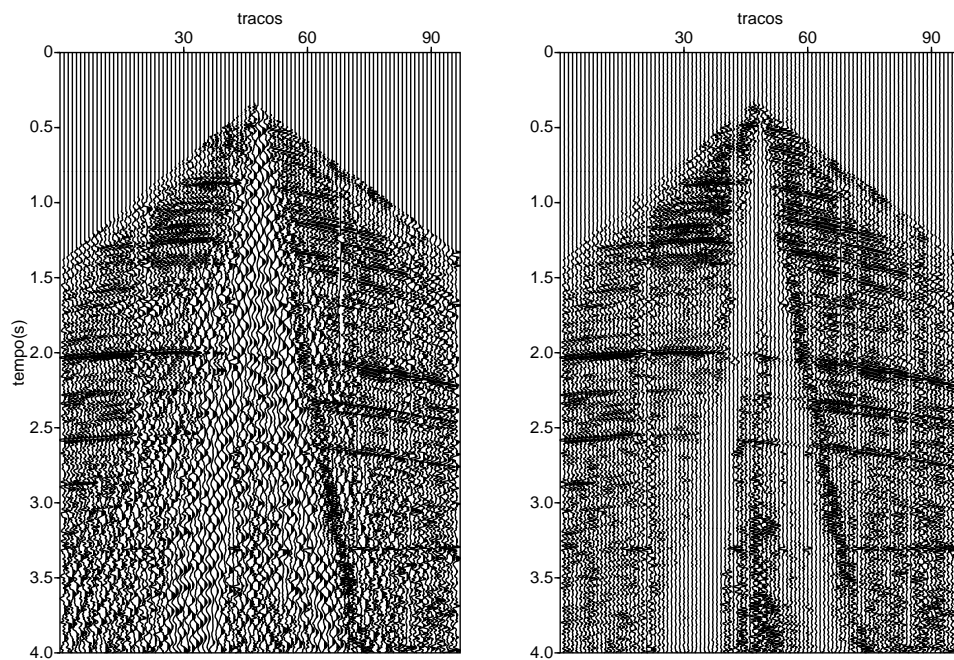


Figura 2: Sismograma real da família de tiro 128 na presença do ruído coerente de alta amplitude. Neste sismograma podemos identificar o cone de ruído, região onde se localiza o *ground roll*. (a) Dado original (b) Dado filtrado com o método do balanceamento espectral. A filtragem elimina o ruído no entanto, houve perda de informação do sinal.

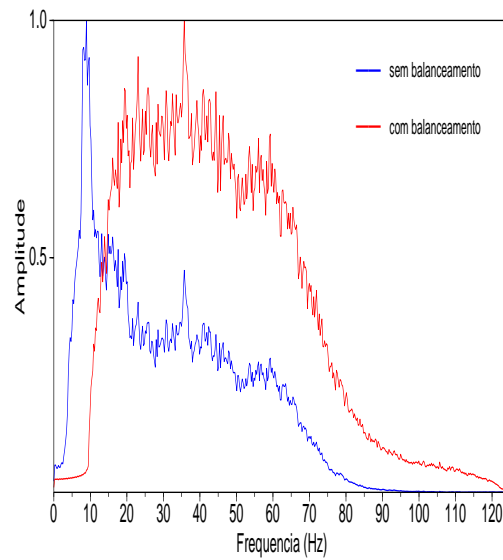


Figura 3: Espectro de amplitude 2-D de um sismograma sintético com *ground roll* antes e depois da filtragem dos dados.

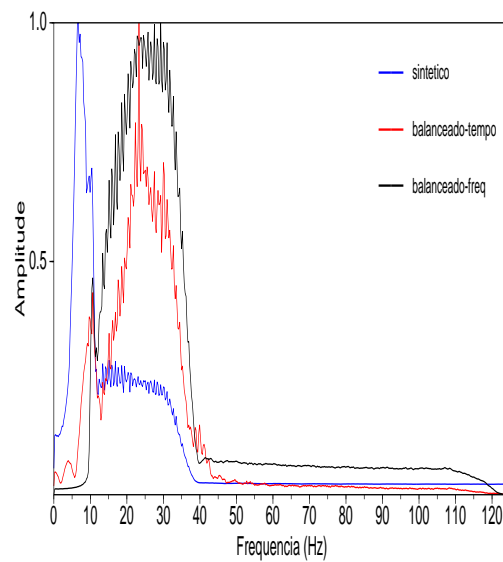


Figura 4: Espectro de amplitude 2-D. Sismograma sintético, filtragem com AGC no domínio do tempo e filtragem com AGC no domínio da frequência.