

6

Conclusões e trabalhos futuros

6.1. Conclusões

Concluimos que a opacidade 2D aumenta a habilidade de selecionar os horizontes sísmicos na visualização volumétrica direta. Utilizamos a amplitude sísmica como a primeira dimensão na opacidade 2D. Utilizando o atributo de fase instantânea como segunda dimensão, conseguimos isolar os horizontes com amplitudes positivas do restante do dado. Observamos que os horizontes sísmicos são superfícies de nível do atributo de fase instantânea. Devido às descontinuidades do atributo de fase instantânea, este se mostrou ineficiente para isolar os horizontes sísmicos negativos. O atributo de fase ajustada idealizado por nós é uma solução possível para este problema. Com o atributo de fase ajustada conseguimos isolar tanto os horizontes positivos quanto os negativos do restante do dado, além de conseguirmos separar os horizontes positivos dos negativos. Porém, para individualizar um único horizonte, vimos que o melhor atributo sísmico que encontramos foi o atributo de fase desenrolada.

Concluimos então que o gradiente da amplitude sísmica não aproxima corretamente os vetores normais aos horizontes sísmicos. Utilizamos modelos sintéticos simples para mostrar que este problema se deve ao fato de que um horizonte sísmico não é uma superfície de nível do volume de amplitudes sísmicas. Por isso, quando aplicamos a visualização volumétrica direta a volumes de amplitudes sísmicas usando a abordagem tradicional para o cálculo de iluminação, obtemos resultados incorretos. Para resolver este problema sugerimos a utilização do gradiente do atributo de fase instantânea para aproximar os vetores normais dos horizontes. Esta abordagem se mostrou visivelmente mais eficiente. Consideramos este resultado como a maior contribuição da nossa pesquisa por causa do aumento considerável da qualidade visual que foi conseguida na visualização volumétrica de dados sísmicos.

Finalmente, concluímos que o problema do rastreamento de horizontes sísmicos pode ser modelado matematicamente como um problema de otimização. Acreditamos que o problema definido é NP-Completo. Para este problema de otimização apresentamos um método heurístico baseado em uma estratégia gulosa. O método proposto por nós fornece soluções quase ótimas que são boas aproximações do horizonte de interesse. Mostramos que a complexidade do algoritmo de rastreamento proposto é $O(N \cdot \log(N))$, onde N é a dimensão espacial do dado em questão, ou seja, $N = NX \times NY$ é o número de traços sísmicos do dado.

6.2.

Trabalhos futuros

Sugerimos como um trabalho futuro a utilização da opacidade 2D combinada com outros atributos sísmicos, como por exemplo um atributo de coerência que seja um indicador de descontinuidades a para visualização de falhas.

Recomendamos a investigação de métodos mais robustos e eficientes para o desenrolamento da fase instantânea em 3D. Acreditamos que o atributo de fase desenrolada é de extrema utilidade tanto para visualização volumétrica direta quanto para a indireta.

Outra sugestão de pesquisa é uma comparação entre o gradiente da fase instantânea e outras abordagens para aproximar o vetor normal nos horizontes. Por exemplo, comparar o gradiente da fase instantânea com os números de onda da transformada de Fourier 3D.

Sugerimos também a utilização das informações de orientação obtidas com o gradiente da fase instantânea para implementar filtros direcionais para dados sísmicos. Estes filtros podem ser de suavização para a eliminação de ruído ou mesmo filtros de detecção de bordas para tentar mapear falhas geológicas automaticamente.

Outra sugestão é a investigação da complexidade do problema de otimização para o rastreamento de horizontes, visando encontrar uma prova formal de que o problema é NP-Completo ou elaborar um método eficiente (polinomial) que encontre soluções ótimas para o problema.

Finalmente, sugerimos a extensão da abordagem de otimização para trabalhar com múltiplos atributos.