Uma metodologia para a geração de conjuntos de dados sísmicos sintéticos para aplicações de *deep learning* no pré-sal

Fábio Júnior Damasceno Fernandes[1*], Eberton Rodrigues de Oliveira Neto[2], Matheus Nilo[1], Leonardo Teixeira[2], Wagner Moreira Lupinacci[1,3]
[1]Grupo de Interpretação Exploratória e Caracterização de Reservatórios (GIECAR–UFF)
[2]Petrobras
[3]Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Geofísica do Petróleo (INCT–GP)

Copyright 2024, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica
Este texto foi preparado para a apresentação no X Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 8 a 10 de outubro de 2024. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do X SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Métodos de *deep learning* (DL) emergiram como um marco nas geociências para análise de dados, interpretação e predição. As aplicações de DL mais comuns incluem a predição de falhas, mapeamento automático de horizontes, classificação de fácies e inversão sísmica. Devido à ausência de dados anotados para o treinamento de redes neurais nas geociências, a geração de dados sísmicos sintéticos se tornou um tópico de grande interesse na academia e na indústria de óleo de gás. Nós apresentamos uma metodologia para a criação de múltiplos exemplos de dados sísmicos sintéticos apropriados para o treinamento de redes neurais para a solução de diferentes problemas geofísicos. A principal característica desta metodologia é ser reprodutível, e robusta na geração de dados com característica *broadband* similar a dados reais do pré-sal brasileiro. Inicialmente, nós criamos um volume aleatório de tempo geológico relativo (RGT) representando o padrão estrutural do dado com configurações únicas de falhas e dobras. Esta etapa se inicia criando um vetor 3D aleatório com dimensões $n_x \times n_y \times n_z$, que introduz a aleatoriedade estrutural ao método. Este vetor é posteriormente convolvido com uma função de correlação espacial Gaussiana com parâmetros de controle $\sigma_x \times \sigma_y \times \sigma_z$, estabelecendo uma parametrização de limite às principais estruturas do volume RGT. Posteriormente, aplicamos a função sigmoide para tornar os valores positivos e, finalmente, os traços são integrados verticalmente e normalizados, os quais apresentam valores de 0 (rochas mais novas) à n_z (rochas mais antigas). As falhas do modelo são introduzidas como modificações no campo vetorial do RGT. Com esta abordagem, conseguimos gerar padrões únicos de dobras e falhas em cada modelo. O volume de RGT é posteriormente utilizado para deformar uma simulação estocástica 3D horizontalizada de impedância acústica gerada com o método da transformada rápida de Fourier com média móvel. Para a simulação da impedância acústica, utilizamos a função de correlação espacial exponencial, pois ela é capaz de produzir uma variabilidade mais representativa da heterogeneidade das rochas carbonáticas do pré-sal. Após a simulação da impedância acústica, realizamos a modelagem direta adotando a convolução com uma *point-spread function* (PSF) com um pulso sísmico *Butterworth*. A PSF é uma excelente forma de produzir uma imagem sísmica que integra efeitos de migração e dos parâmetros de aquisição. A modelagem direta com a PSF é a principal etapa para a geração de dados sísmicos sintéticos coerentes com dados reais do pré-sal. Por fim, nós utilizamos o conjunto de dados sintéticos para treinar duas redes neurais, uma para predição de falhas, e outra para inversão sísmica acústica. Ambas as redes foram aplicadas no Campo de Búzios, no pré-sal da Bacia de Santos. A rede neural para a predição da probabilidade de ocorrência de falhas atingiu uma ótima performance, superando abordagens convencionais como o atributo de coerência. A inversão sísmica acústica usando DL também produziu um excelente resultado, com destaque para a alta resolução vertical e para a capacidade de capturar as baixas frequências de um dado sísmico *broadband*. Esta abordagem superou quantitativamente a inversão sísmica acústica convencional executada através do método baseado no modelo.