



Teric

from ffA



Channel belt

GeoTeric e Geological Expression Relatório Branco

Introdução

Estamos a entrar numa nova era na exploração e produção de hidrocarbonetos. A revolução do gás não convencional (Shale Gas), a necessidade de explorar em ambientes mais desafiantes, tornar economicamente viáveis campos mais pequenos, juntamente com o nível crescente de preocupações ambientais e aumento de custos estão a mudar o modo com a indústria trabalha. Nesta era, o nível de entendimento e conhecimento geológico necessário para implementar uma campanha de exploração economicamente viável e estratégias de desenvolvimento, nunca foram maiores.

Esta é a principal razão para os grandes investimentos que estão a ser feitos em novas técnicas de aquisição e processamento de dados sísmicos. Sendo a premissa, que tendo mais dados e de melhor qualidade vai conduzir a um aumento dos níveis de recuperação em reservatórios existentes e permite encontrar mais petróleo e gás. Para que esta premissa seja válida, dados melhores têm de ser traduzidos num melhor conhecimento da geologia retratada, permitindo a tomada de decisões informadas, ou seja, precisam de ser interpretados.

Sem dúvida, avanços na aquisição e processamento melhoraram a nossa habilidade para retratar a subsuperfície, mas também aumentaram, muitas vezes, a quantidade de dados sísmicos que necessitam ser interpretados, enquanto o número de intérpretes não se alterou substancialmente. Além disso, temos que retirar cada vez mais informação dos dados sísmicos se queremos atingir o nível de detalhe agora exigido. Portanto, para usar todo o potencial dos novos dados sísmicos, necessitamos de novas tecnologias de interpretação sísmica, que permitam que o número limitado de intérpretes experientes possam maximizar o seu conhecimento e capacidades. Com a entrada de uma nova geração na indústria, as mesmas tecnologias de interpretação, também devem permitir que intérpretes menos experientes se tornem produtivos mais rapidamente.

Introdução

Aumento de Produtividade

Melhorar a Compreensão

Comunicando Conceitos

Uma Abordagem Unificada

Bibliografia

Aumento de Produtividade

O aumento de produtividade necessário, não vai ser alcançado com simples alterações nos sistemas de interpretação convencionais, cuja complexidade compromete em grande medida a eficiência do fluxo de trabalho. Em vez disso, uma abordagem completamente nova é necessária. Tendo que ser simultaneamente mais poderosa e muito mais simples de implementar.

A mudança exigida na interpretação, a nível de produtividade, é exactamente o que o GeoTeric e os seus fluxos de trabalho Geological Expression foram desenhados para fazer. GeoTeric é um software de interpretação sísmica de fácil aprendizagem, permite que a geologia retratada nos dados seja visualizada facilmente e eficientemente e contém fluxos de trabalho eficientes para construir e actualizar um modelo 3D directamente dos dados sísmicos. O objectivo do GeoTeric é traduzir directamente dados geofísicos em informação geológica.

A abordagem Geological Expression que está no centro do GeoTeric, tem como fundamento o usuário ser capaz de interagir facilmente com grandes quantidades de dados. Isto fez com que a facilidade de utilização e eficiência sejam os aspectos mais importantes durante o desenvolvimento do software; como consequência o GeoTeric pode ser utilizado para extrair, e mais importante, para comunicar a informação contida nos dados sísmicos 3D de forma incrivelmente rápida.

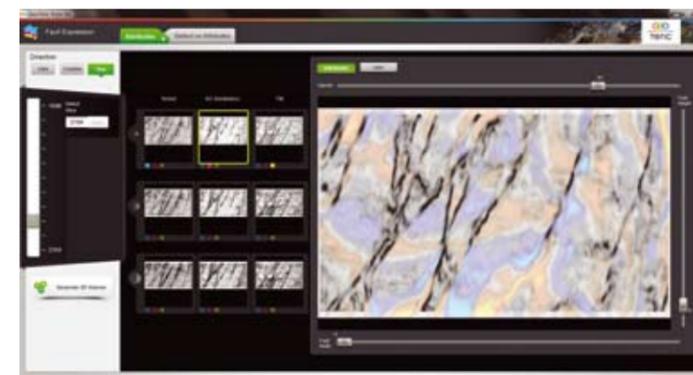


Figura 2 : Fault Expression usa técnicas de parametrização baseadas em pré-visualização (Example Driven) para rapidamente gerar um volume otimizado de falhas

Uma das razões pelas quais o GeoTeric é de uso fácil e eficiente está relacionada com a abordagem que é feita à optimização de parâmetros. Duas das áreas nas quais a mudança de parâmetros pode ter maior impacto são o condicionamento dos dados e o extração automática de falhas. Para enfrentar estes problemas foram desenvolvidas as ferramentas Noise Expression e Fault Expression. Estas, utilizam uma técnica única de parametrização baseada em exemplos, cuja patente está pendente, que se baseia nos princípios da cibernética cognitiva (Aversana, 2013).

Noise Expression e Fault Expression (figura 2) trabalham através da apresentação de um conjunto de resultados, gerados usando algoritmos diferentes e com parâmetros diferentes. O usuário pode então ajustar interactivamente os parâmetros em cada uma destas opções e comparar os resultados entre elas e com os dados sísmicos originais, dos quais os resultados são gerados. Isto cria um ciclo de retorno cognitivo, que ajuda o intérprete a convergir para um conjunto de parâmetros optimizados muito rapidamente, enquanto promove um entendimento da geologia retratada. Noise Expression e Fault Expression também tornam mais fácil entender o porquê de um certo resultado ter sido obtido.

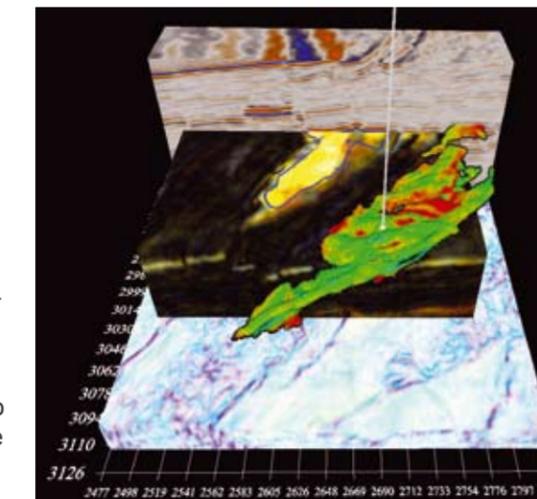


Figura 1 : Geocorpos 3D com informação da espessura, são visualizados juntamente com combinações de cores estruturais e estratigráficas.

Geological expression é fundamentalmente diferente das técnicas de interpretação convencionais. Com o Geological Expression a análise de imagem e atributos é usada para criar volumes 3D que mostrem a geologia que é retratada nos dados sísmicos. Posteriormente, a interpretação é levada a cabo por processos baseados nos dados e guiados pelo intérprete, para delinear os diferentes elementos geológicos retratados (figura 1). Esta forma de trabalhar, baseada nos dados e guiada pelo intérprete, é rápida, intuitiva e dá ao intérprete o controlo necessário para produzir representações 3D dos elementos geológicos em concordância com os dados e que sejam geologicamente razoável.

Eficiência, logo produtividade são resultado da combinação de velocidade, fiabilidade e qualidade. Este não é um processo simples, que se torna ainda mais desafiante pelo facto da geologia ser incrivelmente variável. A forma como a geologia é expressa nos dados sísmicos é fortemente afectada pela forma como os dados foram adquiridos e processados e são sempre uma parte, muitas vezes ambígua, da imagem da subsuperfície. GeoTeric reconhece estes problemas e resolve-os através do uso de algoritmos sofisticados, na maior parte das vezes intensos computacionalmente, que o intérprete necessita parametrizar.

Melhorar a Compreensão

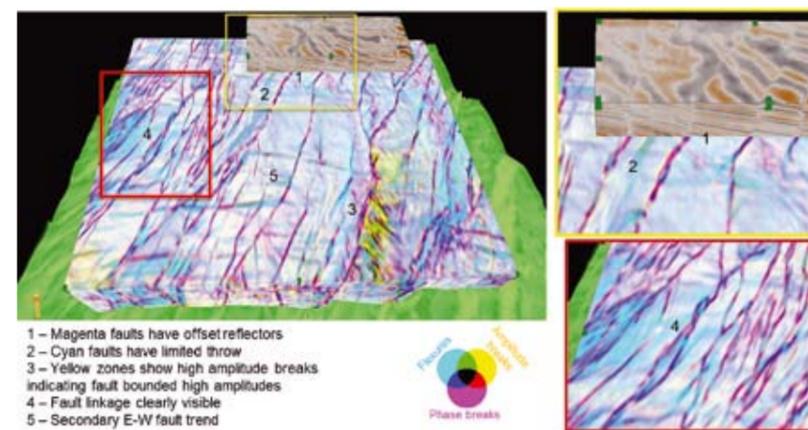
No entanto, a produtividade é algo mais do que simplesmente velocidade. Reduzir o tempo que leva a gerar um modelo geológico não aumenta a produtividade se o modelo não for fiável. Confiança numa interpretação correcta e que a compreensão global de um sistema foi aumentada, resulta da observação dos dados de múltiplas perspectivas e da comparação de diferentes características ou atributos dos dados, dentro do contexto. O aspecto comparativo da interpretação dos dados, é muitas vezes ignorado, quando se faz uma aproximação puramente algorítmica à análise de dados. Este não é o caso para o Geological Expression, que tem no seu núcleo a capacidade de gerar e comparar vários cenários.

Os factores chave para isto são a visualização de cores em alta resolução e muito poder de processamento. Temos que agradecer à indústria de vídeo jogos o facto de agora termos acesso a estes dois factores nas estações de trabalho e portáteis topo de gama. Até à pouco tempo, virtualmente todos os sistemas de visualização de volumes estavam limitados a exibir no máximo 256 cores ou tons de cinzento. Isto significava que os dados tinham de ser comprimidos antes de poder ser visualizados volumetricamente, resultando numa grande perda de informação.

Neste momento podemos exibir mais de 16 milhões de cores. O uso de uma resolução de cor tão alta é fundamental na compreensão da subsuperfície, a partir de dados sísmicos, pois aumenta muito a nossa capacidade de ver, comparar e analisar elementos subtis, mas importantes, nos nossos dados.

Esta compreensão é conseguida mais efectivamente observando a relação entre pedaços diferentes de informação, em vez de os analisar isoladamente. Isto fornece contexto à informação e pode aumentar a quantidade de informação que está acessível. Por exemplo, se cada um de três atributos contém N pedaços de informação, examinando-os separadamente teríamos no máximo 3N pedaços de informação. Se combinarmos os 3 atributos para mostrar a sua inter-relação, temos o potencial para ver até N³ (NxNxN) pedaços de informação. Além disso, fazer esta comparação, usando técnicas tais como a combinação de cores, produz uma imagem que é mais intuitiva, apesar de ser mais complexa.

Figura 3 : Combinando três atributos de falha numa combinação CMY, revela mais informação acerca da geologia do que um único atributo é capaz de alcançar.



Por esta razão a co-visualização de informação proveniente da decomposição espectral, usando técnicas de combinação de cores RGB (e.g. Henderson et al., 2007) está-se a tornar rapidamente uma parte normal de muitos fluxos de trabalho de interpretação. Menos apreciado é o quão poderoso a combinação de cores pode ser, usado-a para comparar outros tipos de informação, por exemplo, observar a variação de amplitudes com offset (AVO), evidenciar efeitos de 4D, ou um entendimento estrutural.

A ferramenta Fault Expression do GeoTeric tira o máximo partido da combinação de cores, neste caso, usando um esquema de cores CMY para co-visualizar diferentes atributos de falhas (figura 3). Dado que a expressão sísmica da falha pode variar de falha para falha e mesmo ao longo da mesma falha, um único atributo raramente dá uma imagem completa de rede de falhas retratada. A combinação de cores dá uma resposta a este problema permitindo que três respostas diferentes possam ser visualizadas simultaneamente. Uma vez mais, a imagem composta fornece mais informação do que a que pode ser retirada examinando cada atributo isoladamente, tais como evidenciar mudanças litológicas ao longo de uma falha ou a extensão de uma zona de perturbação provocada pela falha.

Com a visualização de multi-volumes temos uma ferramenta muito poderosa para observar o modo como a geologia é expressa nos nossos dados sísmicos, que é rápida e fácil de utilizar. Isto é extremamente útil, quando se tenta encontrar uma imagem completa de geologia retratada e para permitir que diferentes cenários de exploração e desenvolvimento sejam examinados em pormenor.

Comunicando Conceitos

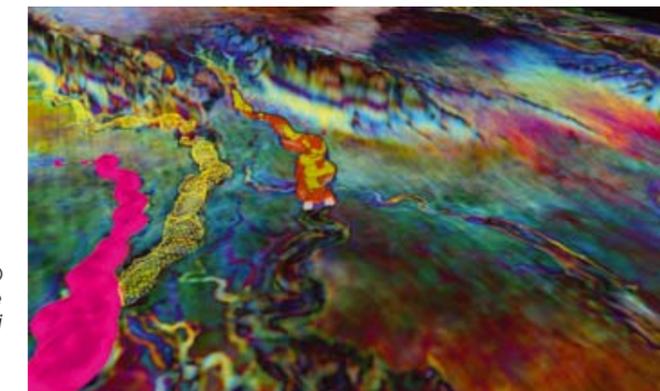
O valor do GeoTeric na comunicação de ideias e conceitos geológicos também não deve ser subestimado. O conhecimento da subsuperfície que o geocientista tem conseguido vislumbrar da sua interpretação, só acrescenta valor se influenciar a execução do projecto. Isso requer que o conhecimento seja comunicado com eficiência e em tempo útil aos outros membros da equipa e à gerência.

Questionar os dados para desenvolver um conhecimento mais profundo, é apenas a primeira etapa do fluxo de trabalho Geological Expression, o GeoTeric não termina aí. Uma das características que torna o GeoTeric tão poderoso são as ferramentas que utiliza para delinear os elementos geológicos retratados, que vemos nas combinação de cores RGB e das quais se pode criar um modelo 3D.

Inicialmente, o GeoTeric centrava-se na delineação do geocorpo a partir da combinação de cores e outros conjuntos de dados multi-atributos. Isto é um problema muito complexo. Resolver este problema conduziu à criação de um motor tecnológico comum para geocorpos, falhas, horizontes e para classificação de facies. Os volumes de combinação de cores fornecem uma forma muito poderosa de compreender a geometria 3D de estruturas, tais como canais, leques aluviais, corpos de sal, chaminés de gás, karsts e injectites, cuja geometria não consegue ser definida de forma fácil ou precisa, por horizontes.

No entanto, objectos que podem ser vistos claramente podem ser muito difíceis de extrair, devido à sua expressão geológica variável, incompleta e frequentemente de natureza muito subtil. Vemo-los como entidades definidas, devido à capacidade que o sistema ocular humano tem de filtrar o ruído, combinar informação visual com conhecimento anterior e servir-se disso para ligar partes dispersas da imagem. Para resolver o problema da extracção do objecto, necessitamos compreender que a delineação de geocorpos tem tanto uma componente interpretativa como de análise de dados. Para tal, temos que usar uma metodologia na qual tanto os dados, como o conhecimento e experiência do intérprete são usados simultaneamente e interactivamente, ou seja, uma abordagem baseada nos dados e guiada pelo intérprete.

Figura 4: Interpretação de canais utilizando o Adaptive Geobodies® (canais cor-de-rosa e amarelos) e usados para limitar internamente a classificação feita para o canal do lado direito. A classificação foi feita usando a ferramenta de Classificação Interactiva de Facies.



A tecnologia patenteada Adaptive Geobodies® usada no GeoTeric é inspirada em duas abordagens à segmentação de imagens amplamente usadas no tratamento de dados médicos: level sets (e.g. Cremers et al., 2007) e contornos activos (Lowell et al., 2004; Liang et al., 2006). O Adaptive Geobodies® junta estas duas abordagens num enquadramento matemático comum e integra-as com um classificador estatístico, num ambiente de multi-atributos. Para fornecer uma aproximação sofisticada, mas fácil de usar, para delineação de geocorpos baseada nos dados. Apesar da intensidade computacional do processo, a capacidade de definir geocorpos usando uma malha relativamente aberta, permite que o processo de crescimento rode em tempo real, o que torna possível combinar a abordagem sofisticada baseada nos dados com o guiar do processo de forma interactiva, por parte do intérprete. O guiar da ferramenta é feito de três formas: controlo em tempo real dos parâmetros de delineação, capacidade de bloquear partes do geocorpo, enquanto este continua a crescer nas outras secções e manipulação interactiva directa da superfície do geocorpo. Estas propriedades do Adaptive Geobodies® fornecem controlo total sobre o processo ao intérprete, enquanto mantém uma ligação directa entre o objecto que é definido e os dados subjacentes.

A combinação de técnicas baseadas nos dados e guiadas pelo intérprete significa que o Adaptive Geobodies® pode ser usado para extrair qualquer geocorpo estratigráfico que é retratado pelos dados sísmicos 3D. Estes geocorpos fornecem uma forma de incorporar detalhes geológicos complexos num modelo 3D ao nível da resolução dos dados sísmicos e ajudar a aproximar a geologia da geofísica. O Adaptive Geobodies® (figura 4) é outro exemplo de como o GeoTeric utiliza processos tecnológicos avançados e complexos, para produzir ferramentas que são simultaneamente muito poderosas e de fácil utilização.

Uma Abordagem Unificada

O método Adaptive Geobodies® foi expandido, na última versão do GeoTeric, de forma a que uma abordagem similar possa ser usada para delinear elementos a partir de uma combinação de cores, que sejam apresentados da melhor forma por uma superfície única. Esta técnica denomina-se Adaptive Horizons (cuja patente está pendente) e está a ser mais alargada, por forma a que a mesma grelha também possa ser usada para interpretação de falhas (Adaptive Faults).

O GeoTeric também faz uso da abordagem baseada nos dados e guiada pelo intérprete para fazer uma classificação de facies mais intuitiva e logo mais potente. A ferramenta de Classificação Interactiva de Facies (IFC+) do GeoTeric utiliza uma análise matemática similar para a classificação de atributos, tal como o Adaptive Geobodies e o Adaptive Horizons usa para a delimitação de objectos.

Com o IFC+, o importante é, novamente, fornecer as técnicas de análise mais potentes dentro de uma ferramenta interactiva e fácil de utilizar. Isto é particularmente importante com a classificação de facies sísmicas, que pode parecer um processo abstracto, em que a ligação entre os resultados gerados e a geologia subjacente pode ser obscura.

A abordagem baseada nos dados e guiada pelo intérprete, embutida no IFC+, responde a isto de três formas. Em primeiro lugar, utiliza o conhecimento geofísico e geológico do intérprete para seleccionar os atributos que, em princípio, serão mais indicados para diferenciar as facies de interesse. Depois, utiliza o conhecimento geológico do intérprete para inicializar o processo, evidenciando regiões nos dados sísmicos, ou nos poços, que poderão ser representativas de uma facie em particular. E em terceiro lugar, o IFC+ fornece os meios para examinar correlações entre atributos da sísmica e medidas directas de propriedades geológicas, provenientes dos registos dos poços. A natureza interactiva do IFC+ é tal, que os resultados são actualizados em tempo real, à medida que o intérprete muda parâmetros ou fornece nova informação.

Esta interactividade promove um conhecimento mais profundo, assim como, permite testar cenários diferentes muito rapidamente e eficientemente.

GeoTeric e a abordagem Geological Expression à interpretação dos dados sísmicos, estabelece a ponte entre o processamento e a construção convencional de modelos geológicos. GeoTeric representa uma mudança na interpretação sísmica, pois dá acesso a algumas das tecnologias de interpretação mais poderosas e sofisticadas, disponíveis na actualidade, dentro de um pacote de software, desenhado para aumentar a usabilidade e maximizar a produtividade. O GeoTeric aumenta consideravelmente o nível de conhecimento geológico que pode ser obtido dos dados sísmicos 3D. A abordagem interactiva baseada nos dados e guiada pelo intérprete embutida no GeoTeric é fundamental para extrair valor do imenso e sempre crescente volume de dados sísmicos, dados esses que a indústria está a investir seriamente para obter.

Possuir mais ou melhores dados sísmicos só fornece valor real quando conduz a um conhecimento melhorado da subsuperfície dentro de um intervalo de tempo, que permite que esse conhecimento adicional possa ser utilizado efectivamente. Foi com isto em mente que o GeoTeric foi desenvolvido. Essencialmente, o GeoTeric traduz directamente dados geofísicos em informação geológica, logo potencia tanto os geocientistas com muita experiência como os mais juniores, a trabalhar mais eficientemente. O GeoTeric permite ter uma melhor compreensão da geologia e uma melhor comunicação e desenvolvimento, dentro da equipa, das incertezas associadas à interpretação. Usar o GeoTeric como parte do fluxo de trabalho de análise da subsuperfície, foi provado que contribui para uma execução de projecto mais eficiente e uma tomada de decisões mais informada.

Bibliografia:

Aversana, P.D, (2013), Cognition in Geosciences, EAGE Publications, 2013, ISBN 978-90-7384-41-5

Henderson J, Purves SJ, Leppard C and Spencer P. “Automated delineation of geological elements from 3D seismic data through analysis of multi-channel, volumetric spectral decomposition data, ”First Break, 25, pp 87-93, March 2007.”

Cremers D, Rousson M and Deriche R. A Review of Statistical Approaches to Level Set Segmentation: Integrating Color, Texture, Motion and Shape International Journal of Computer Vision Volume 72, Number 2, 195-215, February 2007.

Lowell J., Hunter A., Steel D., Basu A., Ruder R., Fletcher E., and Kennedy I. Optic nerve head segmentation. IEEE Transactions on Medical Imaging 23(2) 1 – 9, 2004.

Liang J., McInerney T. and Terzopoulos D. United Snakes, Medical Image Analysis, 10 (2) 215 – 233, 2006.

