

Universidade Federal de Pernambuco

Graduação em Engenharia da Computação

CIn – UFPE

2016.1

Aceleração de Inversão Sísmica Estocástica em Plataformas Heterogêneas Utilizando OpenCL

Aluno: Guilherme Praciano Karst Caminha {gpkc@cin.ufpe.br}

Orientador: Ramiro Brito Willmersdorf {ramiro@willmersdorf.net}

Introdução

As técnicas de inversão sísmica são amplamente utilizadas no contexto de caracterização geofísica de reservatórios de petróleo e gás. Os modelos do subsolo devem ser confiáveis para auxiliar no momento de tomada de decisão, afim de maximizar a extração dos recursos. Para ser possível obter um alto grau de confiança nos resultados obtidos, uma grande quantidade de dados deve ser processados, tornando o tempo de simulação muitas vezes impraticável.

Desta forma, há uma grande demanda por um modelo computacional capaz de reduzir o tempo de computação das técnicas de inversão sísmica. Explorando-se técnicas de paralelismo utilizando plataformas computacionais heterogêneas a partir do *framework* OpenCL, torna-se possível executar aplicações em dispositivos de diversas arquiteturas diferentes ao mesmo tempo. Estas plataformas possuem um grande grau de paralelismo, podendo embarcar diversas CPUs e GPUs, tornando possível o processamento em paralelo de múltiplas regiões do modelo geológico.

Inversão Sísmica

Normalmente, a modelagem estocástica do subsolo é feita através de *Well Logging*, que consiste basicamente de um registro detalhado das formações geológicas de um poço perfurado. Porém, este tipo de informação é escassa e cara, tornando difícil adquirir uma quantidade de informação suficiente para se obter uma modelagem com baixo grau de incerteza do subsolo.

Estes modelos podem ser significativamente melhorados através de integração com outras técnicas que possuam um suporte de maior escala. Em geral, um *framework* geoestatístico permite a integração de dados provindos de *Well Logging*, que caracteriza o subsolo de forma esparsa, porém com grande resolução vertical, e dados de inversão sísmica, que cobre um grande espaço horizontal, mas possui uma resolução vertical pobre [1].

O principal objetivo dos problemas de inversão é inferir informações sobre objetos físicos ou sistemas, dado um conjunto limitado de medidas observadas. No contexto da inversão sísmica, estima-se um conjunto de informações que caracterizam as propriedades físicas do subsolo através de dados obtidos da reflexão de ondas sísmicas.

As informações de reflexão são obtidas através do processo de emissão de ondas sísmicas para a terra, utilizando alguma fonte energética, como explosões de dinamite ou canhões de ar, e medindo então as reflexões destas ondas.

As ondas sísmicas que trafegam para o interior da terra podem ser classificadas como ondas primárias (*P-waves*), que são longitudinais (possuem a mesma direção de vibração de sua direção de trajetória) e viajam mais rapidamente pelo interior da terra, ou ondas secundárias (*S-waves*), que são transversais, ou de cisalhamento, e trafegam apenas em meios sólidos, uma vez que meios fluidos (gases e líquidos) não suportam forças de cisalhamento.

A reflexão sísmica ocorre nas interfaces entre materiais com contraste de velocidade de ondas primárias, velocidade de ondas secundárias, ou densidade. Estas três informações são propriedades do material, e podem ser relacionadas com outras informações de maior interesse em caracterização de reservatórios, como a porosidade.

Computação Heterogênea e Arquiteturas Paralelas

A computação heterogênea está tornando-se cada vez mais importante na área de HPC (*High Performance Computing*). Desde computadores *desktop* comuns, até grandes clusters de computadores, apresentam características de arquiteturas heterogêneas. Por exemplo, computadores *desktop* apresentam placas gráficas (GPUs) e unidades de processamento (CPUs). Existem inclusive CPUs com GPUs *on-chip*, e estes sistemas já podem ser considerados heterogêneos.

A programação nestes ambientes não é trivial, e muitas vezes requer adaptações quando se muda de uma plataforma para outra, especialmente caso se deseje atingir a performance máxima que alguns componentes oferecem.

O OpenCL é um projeto mantido pelo consórcio sem fins lucrativos Khronos Group [2], e permite ao programador explorar as vantagens de diferentes classes de arquiteturas, combinando-as eficientemente. Por exemplo, computações com paralelismo de dados podem ser executadas em GPUs, enquanto CPUs são responsáveis por executar computações sequenciais.

Objetivo

Este trabalho é feito com base em uma implementação do algoritmo *Amplitude Versus Offset* (AVO) [3]. A implementação completa em OpenCL pode ser encontrada em <http://sips.inesc-id.pt/tools/avocl/>. Esta implementação atualmente leva em consideração até duas GPUs na plataforma computacional.

Serão exploradas diversas plataformas computacionais, incluindo uma ou mais GPUs NVIDIA e AMD, além de múltiplas CPUs, com o objetivo de comprovar a escalabilidade do algoritmo. O objetivo final é estudar a viabilidade de implantação do sistema em um cluster contendo 17 nós, com duas CPUs de 16 núcleos, totalizando 32 núcleos por nó, e duas GPUs NVIDIA Tesla cada.

Nestas diversas plataformas, testes de eficiência serão feitos para avaliar o *speedup* e a viabilidade de execução de algoritmos desta natureza nestes ambientes computacionais.

Cronograma

Atividade	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto
Revisão da Literatura						
Investigação da Implementação						
Adaptação da Implementação						
Execução de Testes e Análises						
Escrita da Monografia						
Preparação da Apresentação						

Possíveis Avaliadores

- Manoel Eusébio de Lima
- Veronica Teichrieb

Referências

- [1] Bosch, M., Mukerji, T., Gonzalez, E. F., "Seismic Inversion for Reservoir Properties Combining Statistical Rock Physics and Geostatistics: A Review". Geophysics, 2010.
- [2] Khronos Group. OpenCL – The Open Standard for Parallel Programming of Heterogeneous Systems. <http://www.khronos.org/opencv/>. Acessado em 2016.
- [3] Ferreirinha, T., Nunes, R., Azevedo, L., Soares, A., Pratas, F., Tomas, P., Roma, N., "Acceleration of Stochastic Seismic Inversion in OpenCL-based Heterogeneous Platforms". Elsevier, Computers & Geosciences, 2015.

Assinaturas

Ramiro B. Willmersdorf
(Orientador)

Guilherme P. K. Caminha
(Orientando)