

Universidade Federal de Santa Catarina

Curso de Pós-graduação em Nível de *doutorado* em Ciência da Computação

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE BOLSA

Projeto: 965 - PETROBRAS - Pesquisa e Desenvolvimento de Métodos Eficientes e escaláveis

Identificação do(a) Bolsista

Nome: Isaac Leonardo Santos Sacramento

Matrícula: 201501546

Curso: Pós-graduação em Ciência da Computação

E-mail: isaac.sacra@gmail.com

Telefone: 48 996621074

Dados da Bolsa

Concedente: Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina - FEESC

Período Previsto: 01/03/2015 a 19/11/2017

Período Realizado: 01/03/2015 a 19/11/2017

Supervisor/Preceptor: Mauro Roisenberg

Jornada Semanal: 40 horas

Finalidade : Relatório Parcial () Relatório Final(x)

Atividades Desenvolvidas

No primeiro ano de projeto, que compreendeu o período de março a outubro de 2015, foram realizadas duas atividades. A primeira está relacionada com a utilização de Lógica *Fuzzy* para detectar arestas em uma imagem. Foram realizados testes para definir o grau de pertinência para o qual um *pixel* pertence a uma aresta ou a uma região uniforme. Neste sentido, embora haja na literatura diferentes algoritmos para detecção de arestas, é possível

realizar a mesma tarefa utilizando conjuntos e regras *fuzzy*. A segunda atividade compreendeu estudos e experimentos relacionados a análise e quantificação de incerteza na predição de propriedades petrofísicas pós-inversão. Esta atividade culminou com a implementação de um módulo de estudo de incerteza por comitê de redes neurais. O módulo foi desenvolvido em linguagem MATLAB e integrado ao programa de simulação de pseudopoço, também desenvolvido no contexto do mesmo projeto.

No segundo ano de projeto, período de março a outubro de 2017, novos algoritmos de estudo de incerteza e simulação geoestatística multipontos foram estudados e testados. Uma revisão bibliográfica sobre os métodos de simulação multipontos foi produzida para identificar o potencial de pesquisa relacionado ao desenvolvimento de um método baseado em *Deep Learning* para simulação multiponto. Um protótipo do algoritmo Direct Sampling (DS) foi gerado como tentativa inicial de realizar simulação multiponto em uma dimensão (1D) em situações de dados incompletos em *logs* de poços. O algoritmo FILTERSIM evidenciou o potencial de pesquisa devido a sua similaridade com a definição de redes neurais. Foram realizados experimentos com as bibliotecas de *deep learning* Tensorflow e Caffe Framework, na tentativa de gerar um protótipo para simulação multiponto com redes neurais convolucionais.

Novos protótipos para simulação geoestatística multiponto foram gerados no período de outubro de 2016 a abril de 2017. Foram utilizadas as linguagens de programação Python e MATLAB. A primeira etapa dos experimentos consistiu em implementar um modelo convolucional capaz de realizar predição de uma função matemática não-linear. Estes experimentos foram motivados pela ausência, na literatura, de modelos convolucionais capazes de realizar predição de propriedades petrofísicas. O intuito final da pesquisa consistia em desenvolver um método que combinasse as predições das redes convolucionais com imagens de treinamento para obter simulação geoestatística multiponto. Adicionalmente, foram realizadas pesquisas para identificar métodos de *Deep Learning* capazes de realizar *deblurring*. *Deblurring* é o processo de remoção de distorções em imagens borradas. Um modelo de rede convolucional foi implementado para realizar *deblurring* em imagens de propriedades petrofísicas e apresentou resultados considerados promissores, quando testado em imagens de impedância acústica sintética.

No período de abril a outubro de 2017 foram realizados novos experimentos relacionados *deblurring* com redes neurais convolucionais. O modelo previamente implementado foi estendido e seu código foi migrado para linguagem MATLAB. Novos testes foram realizados com um modelo simples de imagens de impedância acústica sintética em formato de cunha. Os resultados obtidos com esse modelo convolucional está em processo de formalização e comparação com outros algoritmos de *deblurring* verificados na literatura, para posterior publicação em conferência internacional.

Além das atividades descritas anteriormente, foram cumpridas as etapas de Seminário de Andamento e exame de qualificação do doutorado. Em ambas as etapas foram produzidos textos relacionados aos temas descritos.

Relação Teoria- Prática

Durante o período de realização do projeto, foram testadas diferentes abordagens a fim de contribuir para a área de simulação geoestatística e inversão sísmica. As implementações realizadas permitiram tirar proveito da capacidade computacional dos métodos de *Deep Learning* para obter modelos de simulação multiponto. Assim as redes neurais e redes convolucionais permitiram o estudo de incerteza e complementação de *logs* em regiões de ausência de dados, assim como a realização de *deblurring* e super-resolução nos processos geoestatísticos. Assim, o conhecimento teórico adquirido durante a realização do projeto foi aplicado para implementação e teste de protótipos.

Importância da Bolsa

A participação no projeto foi relevante, pois permitiu a inserção nos campos de estudo relacionados a geoestatística e *Deep Learning*. Ambas as áreas são consideradas de alta relevâncias nos dias atuais. O conhecimento geoestatístico está atrelado à caracterização de reservatórios, o que o torna um conhecimento altamente especializado e estratégico. Os métodos relacionados a *Deep Learning* e Aprendizagem de Máquina têm despertado um amplo interesse em diferentes áreas da indústria e da academia. O domínio destes métodos permite a solução de problemas complexos em diferentes segmentos. Assim, a participação no projeto contribuiu amplamente para a aquisição de conhecimento em diferentes áreas e, conseqüentemente, para o meu aprimoramento profissional.

Relação com TCC ou Monografia

O estudo realizado no projeto está relacionado com a proposta de tese defendida em exame de qualificação. A proposta qualificada possui título: Modelo de rede neural convolucional para super-resolução da impedância acústica na inversão sísmica. Assim, as atividades realizadas durante o projeto serão aplicado na elaboração da tese de doutorado.

Florianópolis, 01, de Novembro de 2017.

Isaac Leonardo Santos Sacramento

Mauro Roisenberg

