



Lead institution: RCGI/USP	
Supervisor name: Paulo José da Silva e Silva	Department: Applied Mathematics / UNICAMP
Recipient: https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/ Ref:24PDR298 – Postdoctoral Fellowship Deadline for submission: August 30th, 2024	Type: Postdoctoral Fellowship Period: 40 hours/week Number of months: 24 months initial, with the possibility of extension Intended beginning date: September, 2024
Project title: (Portuguese and English) Otimização Estocástica em Larga Escala para Inversão de Forma de Onda Elástica Completa (EFWI) Large-Scale Stochastic Optimization for Elastic Full Waveform Inversion (EFWI)	
Research theme area: (Portuguese and English) Geofísica, Otimização Matemática Geophysics, Mathematical Optimization	
Abstract (Portuguese and English) A Inversão de Forma de Onda Completa (FWI) é uma técnica geofísica de ponta para obter imagens de subsuperfície de alta resolução. A Inversão de Forma de Onda Elástica Completa (EFWI) permite a reconstrução simultânea de múltiplos parâmetros físicos da subsuperfície, como modelos de velocidade de ondas P e S. A EFWI é formulada como um problema de otimização não linear, no qual o objetivo é minimizar uma função que mede a diferença entre conjuntos de dados observados e calculados. Normalmente, ela é resolvida usando métodos locais baseados em gradientes, o que requer um esforço computacional substancial. Consequentemente, um dos principais desafios com EFWI é sua alta demanda computacional, particularmente ao abordar problemas 3D em larga escala. Este projeto de pós-doutorado focará no desenvolvimento e implementação de algoritmos de otimização estocástica em larga escala para EFWI. O objetivo é aprimorar a eficiência e acelerar a convergência do EFWI por meio do uso de técnicas avançadas de otimização estocástica e a incorporação de estratégias de aceleração. Além disso, este projeto explorará desenvolvimentos recentes que também podem ser utilizados para melhorar a eficiência dos algoritmos EFWI, como estratégias de seleção de minibatches ótimas para cálculo de gradientes. Esta posição oferece a oportunidade de trabalhar na vanguarda da pesquisa geofísica, em estreita colaboração com instituições acadêmicas líderes e especialistas da indústria. Full Waveform Inversion (FWI) is a state-of-the-art geophysical technique for obtaining high resolution subsurface images. Elastic Full Waveform Inversion (EFWI) enables the simultaneous reconstruction of multiple physical parameters of the subsurface, such as P-wave and S-wave velocity models. EFWI is formulated as a nonlinear optimization problem, in which the goal is to minimize a function that measures the misfit between observed and calculated datasets. Typically, it is solved using local gradient-based methods, which requires substantial computational effort. Consequently, one of the main challenges with EFWI is its high computational demand, particularly	

when addressing large-scale 3D problems. This postdoctoral project will focus on developing and implementing large-scale stochastic optimization algorithms for EFWI. The goal is to enhance the efficiency and accelerate convergence of EFWI through the use of advanced stochastic optimization and acceleration techniques. Additionally, this project will explore recent developments that can also be utilized to improve the efficiency of EFWI algorithms, such as optimal minibatch selection strategies for gradient computation. This position offers the opportunity to work at the cutting edge of geophysical research, in close collaboration with leading academic institutions and industry specialists.

Description (Portuguese and English)

O candidato contribuirá alinhado aos principais objetivos do projeto:

1. Desenvolver e validar algoritmos de otimização para a inversão de forma de onda elástica completa (EFWI) em meios bidimensionais e tridimensionais, adaptados para execução em arquiteturas CPU e GPGPU.
2. Implementar e aprimorar métodos adaptativos de momento (por exemplo, Adam e NAdam) e outras técnicas avançadas de otimização para melhorar a robustez e convergência dos processos de EFWI.
3. Implementar estratégias de otimização estocástica para FWI elástica tridimensional, visando obter resultados de inversão estáveis e eficientes.
4. Preparar relatórios sobre as descobertas de pesquisa e publicar artigos científicos.

The applicant will contribute in line with the main objectives of the project:

1. Develop and validate optimization algorithms for elastic full waveform inversion (EFWI) in both two-dimensional and three-dimensional media, tailored for execution on CPU and GPGPU architectures.
2. Implement and refine adaptive moment methods (e.g., Adam and NAdam) and other advanced optimization techniques to enhance the robustness and convergence of the EFWI processes.
3. Implement stochastic optimization strategies for three-dimensional elastic FWI, aiming to achieve stable and efficient inversion results.
4. Prepare reports on the research findings and publish scientific articles.

Requirements to fill the position. (Ex: specific experience, minimum or maximum years after concluding the course) (Portuguese and English)

Requisitos do candidato:

- Doutorado em Geofísica, Matemática Aplicada, Ciência da Computação ou áreas relacionadas, com forte foco em otimização numérica.
- Sólida experiência de programação em uma ou mais das seguintes linguagens: Fortran, C, C++, Python e/ou Julia.
- Familiaridade com ambientes de computação de alto desempenho (HPC). Experiência desejável com desenvolvimento de controle de versão Git.
- Experiência prévia com técnicas de imageamento sísmico (RTM, LSRTM ou FWI), problemas inversos ou otimização numérica.

- Capacidade de conduzir pesquisas de forma independente e colaborar efetivamente como parte de uma equipe multidisciplinar de cientistas e estudantes.

Requirements:

- PhD in Geophysics, Applied Mathematics, Computer Science, Engineering, or related fields with a strong focus on numerical optimization.
- Solid programming experience in one or more of the following languages: Fortran, C, C++, Python, and/or Julia.
- Familiarity with high-performance computing (HPC) environments. Desirable experience with Git Version Control development.
- Prior experience with seismic imaging techniques (RTM, LSRTM, or FWI), inverse problems, or numerical optimization.
- Ability to conduct research independently and to collaborate effectively as part of a multidisciplinary team of scientists and students.

Funding Notes: Esta chamada oferece uma bolsa para esse projeto. A bolsa de pós-doutorado será financiada pela FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. A bolsa cobrirá uma bolsa de manutenção padrão de R\$ 9.500,00 (nove mil e quinhentos Reais) por mês.

This call offers one grant for this project. This Postdoctoral Fellowship is funded by FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. The fellowship will cover a standard maintenance stipend of R\$ 9.500,00 (five thousand and five hundred Brazilian Reais) per month.

Work place: IMECC / Unicamp - Rua Sérgio Buarque de Holanda, 651, 13083-859, Campinas, SP, Brazil

Documents/Information to be Sent:

Ref:24PDR298

- 1) Access the link <https://sites.usp.br/rcgi/opportunities/>
- 2) Find the Position **Ref: 24PDR298**
- 3) Click on Application to apply

Deadline: August 30th, 2024

In case you have any question, please write to rcgi.opportunities@usp.br