



Programa: Matemática

Nível: Doutorado

Physical Symphony Net: Orquestrando Redes Neurais Utilizando a Física como Instrumento.

Átila Luna A. Silva, Malú Grave, Sinesio Pesco, Abelardo B. Barreto Jr.

E-mails: atila.luna@hotmail.com, malugrave@id.uff.br, sinesio@puc-rio.br,
abelardo.puc@gmail.com

A Physical Symphony Net é uma rede neural inovadora, projetada para compreender a dinâmica física que governa problemas da engenharia de petróleo [1]. Inspirada na música clássica, sua arquitetura é organizada em quatro "movimentos", cada um desempenhando um papel essencial na construção da solução final. Esses módulos interdependentes trabalham de forma coordenada para garantir um equilíbrio entre a precisão numérica e a coerência física.

O primeiro movimento, a Melody-Net, tem a responsabilidade de identificar e capturar as características intrínsecas das soluções em cada situação específica, estabelecendo as bases do modelo. Em seguida, a Ressonance-Net entra em cena, generalizando os resultados obtidos pela rede anterior para parâmetros ainda não analisados e ajustando o modelo a diferentes cenários. Além disso, ela desempenha um papel crucial no refinamento da solução eliminando ruídos característicos da Melody-Net.

A Momentum-Net, por sua vez, foca no aprendizado das leis fundamentais da física, priorizando os princípios físicos subjacentes aos fenômenos modelados, sem depender de dados numéricos. Esse componente permite que a rede mantenha uma fundamentação teórica, diferenciando-a de abordagens puramente baseadas em dados [2].

Por fim, a Harmony-Net atua como a etapa de integração, combinando os resultados das redes anteriores para encontrar um equilíbrio entre generalização e coerência física. Ela assegura que a solução final preserve tanto a precisão numérica quanto a validade física, garantindo que os resultados sejam aplicáveis e confiáveis.

A Physical Symphony Net foi projetada para ser altamente adaptável, permitindo ajustes dinâmicos no treinamento por meio de um hiperparâmetro chamado Ritmo. Essa estrutura inovadora viabiliza a resolução eficiente de problemas complexos, proporcionando uma combinação única de flexibilidade, rigor matemático e compreensão física profunda. Dessa forma, cada movimento da rede neural desempenha um papel fundamental na "composição" de soluções sofisticadas para desafios em engenharia de petróleo e outras aplicações científicas.

Referências Bibliográficas

[1] M. M. Almajid e M. O. Abu-alsaud. "Prediction of Fluid Flow in Porous Media using Physics Informed Neural Networks". Em: Society of Petroleum Engineers (2020), pp. 1–13. doi:10.2118/203033-MS.

[2] Raissi, M., 2017a. Physics informed deep learning (part i): Data-driven solutions of nonlinear partial differential equations. arXiv:1711.10561.