Universidade de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação (PPGEC)

Proposta de Dissertação ou Tese de Mestrado

Título:
Gêmeo Digital de Ultra-Baixa Latência Baseado em PINNs e Framework Multiagente para Ativos Térmicos Industriais

Orientador: Diego Rátiva (diego.rativa@upe.br, diego.rativa@poli.br)
Co-Orientador: João Fausto Lorenzato

Descrição:

Esta dissertação de mestrado em Engenharia da Computação propõe superar o gargalo computacional das simulações de Fluidodinâmica Computacional (CFD) de alta fidelidade — cujo custo temporal de dias ou semanas inviabiliza o controle em tempo real — por meio do desenvolvimento de um Gêmeo Digital Informado pela Física (Physics-Informed Digital Twin). A pesquisa focará no projeto e na otimização de uma arquitetura de Redes Neurais Informadas pela Física (PINNs) treinada via PyTorch e NVIDIA Modulus a partir de dados volumétricos gerados offline no Siemens STAR-CCM+.

A principal contribuição científica do trabalho reside no co-design entre IA informada pela física e sistemas computacionais autônomos de larga escala. Ao reduzir o tempo de resposta do modelo substituto para a escala de milissegundos, a arquitetura desenvolvida viabilizará o acoplamento direto do Gêmeo Digital a algoritmos de otimização multiobjetivo de múltiplas épocas (multi-epoch) e a um framework de orquestração baseado em Sistemas Multiagente. Essa infraestrutura computacional permitirá a execução instantânea de simulações analíticas de impacto (What-if) para ajustes operacionais, integrando modelos de linguagem (LLM tool-use) para responder a consultas complexas em linguagem natural e um pipeline de sincronização de dados volumétricos em tempo real para visualização 3D interativa no ecossistema NVIDIA Omniverse.

Referências Bibliográficas:

[1] SUN, Yao; ZHANG, Qianyue; RAFFOUL, Samar. Physics-informed neural network for predicting hot-rolled steel temperatures during heating process. Journal of Engineering Research, v. 13, n. 2, p. 1496-1504, 2025.
[2] CHEN, Jincheng et al. P-TTAN: A novel neural network optimized for thermal feature perception and representation in 3D temperature predictions. Expert Systems with Applications, v. 274, p. 126964, 2025.
[3] QIN, Tan et al. Physics informed hysteretic neural network for seismic resilience assessment of prefabricated SRC grain storage structures considering infill interaction and lateral wall pressure. In: Structures. Elsevier, 2026. p. 111679.