

Dinâmica dos fluidos computacional utilizando OpenFOAM: um curso prático

Professores: Rafael Gabler Gontijo e Ciro Fraga Alegretti

O uso de simuladores computacionais para obtenção das características físicas de escoamentos é uma tendência que veio para ficar. Devido a não-linearidade intrínseca às equações de Navier-Stokes, muitos problemas de interesse científico, tecnológico e industrial no campo da dinâmica dos fluidos não são passíveis de tratamento analítico exigindo abordagens experimentais ou computacionais. A abordagem experimental, apesar de lidar com o fenômeno (escoamento) em seu estado puro, envolve custos com a montagem de protótipos e aquisição de sensores (instrumentação) que podem ser bastante elevados. Além disso, a confecção de uma bancada experimental para o estudo das características de um escoamento leva tempo e possui incertezas de medição associadas às possíveis interferências entre os sensores de medição e o fluido. Dentro desse contexto, a simulação computacional do escoamento por meio do que hoje se conhece como CFD (computational fluid dynamics) pode ser uma alternativa interessante. A simulação computacional de um escoamento envolve geralmente três etapas: pré-processamento, processamento e pós-processamento. Essas etapas são responsáveis respectivamente pela preparação da simulação (construção de malha, imposição de condições de contorno, definição das propriedades físicas e parâmetros numéricos), pela execução da simulação (por meio de um solver específico para uma dada física) e pela visualização dos resultados obtidos. Atualmente existem diversas opções de programas disponíveis para a realização de cada uma dessas etapas do processo. Muitos desses programas são vendidos comercialmente por preços exorbitantes, incompatíveis com a real situação financeira da maior parte das Universidades Brasileiras, bem como de seu público-alvo (estudantes e professores). Nesse contexto, como alternativa aos pacotes comerciais e seus códigos proprietários surge o OpenFOAM, uma plataforma (biblioteca de aplicativos, programas e solvers) de simulação computacional robusta e flexível, que compreende todas as etapas de uma simulação computacional, com código-fonte aberto e disponibilizado e forma gratuita para quem quiser se aventurar pelo universo da simulação computacional de escoamentos. Neste minicurso o aluno será introduzido ao OpenFOAM por meio de exemplos práticos. Em nossos encontros a clássica lousa será substituída por terminais Linux, arquivos de texto de configuração, trechos de código fonte no contexto de programação orientada a objeto e janelas de visualização contendo linhas de corrente e campos de cores. Espera-se que ao final do minicurso o participante possa se aventurar pelo Universo do OpenFOAM com certa autonomia para explorar o enorme potencial desta ferramenta utilizando sua curiosidade combinada com sua criatividade a serviço de suas necessidades.

Programação do curso

Aula 1: Software livre e sua importância para o desenvolvimento de pesquisas computacionais; Como o OpenFOAM se encaixa na filosofia de software livre; Documentação openFoam.com. Como instalar o OpenFOAM, criar um diretório de usuário e copiar um tutorial. Como rodar uma simulação típica (rompimento de uma barragem), variando parâmetros de entrada e de controle da simulação; Visualizando os dados de simulação utilizando o Paraview.

Aula 2: Fundamentos de volumes finitos. Entendendo a estrutura geral do diretório raiz do OpenFoam: solvers, testes de validação, tutoriais, ferramentas, etc. Quais físicas podem ser simuladas pelo OpenFOAM? Como alterar a geometria de um caso teste típico do OpenFOAM (editando a malha) usando o blockMesh.

Aula 3: Construção de malhas 3D complexas a partir de um modelo 3D em CAD; Exemplo do problema de condução de calor em uma flange tridimensional com geometria complexa.

Paralelizando a execução de uma simulação; Como chamar dicionários externos para adicionar novas funcionalidades a um caso teste: exemplo de uma malha que oscila ao longo do tempo;

Aula 4: Como configurar baterias de simulações para varredura de parâmetros usando bash; Monitoramento de resíduos numéricos durante a execução; Estudo de malha automático. Estrutura de código típica dos solvers do OpenFOAM;

Aula 5: Como alterar as equações governantes de um solver e/ou implementar novos termos; Exemplo da incorporação de um termo fonte de origem magnética num solver não-magnético (construindo o fhdFoam);