



DESENVOLVIMENTO DE JOGO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS COMO FERRAMENTA PARA TREINAMENTO

CAMILLY MARINY SEGATTI GRAÇA, SÁVIO SOUZA VENÂNCIO VIANNA
Universidade Estadual de Campinas

1. Resumo

O trabalho contempla três sistemas computacionais são eles: o software de criação em 3D gratuito conhecido como *Blender*, onde usamos em estudos de modelagem, animação, renderização e edição de vídeo; depois seguimos para o *Paraview*, - que trata-se de um programa open-source, multi-plataforma para análise e visualização de dados - calculando sua porosidade, ou seja, transformar a geometria em pequenos cubos para obtermos um espaço bem mais preciso; por fim iremos simular explosões no software de parametrização de geometrias e simulação de explosão *Stokes*, desenvolvido pelo grupo de pesquisa do laboratório. Para visualizar os resultados fornecidos pelo Stokes, utilizou-se também o software de visualização científica *Paraview*.

2. Introdução

O objetivo do estudo é o desenvolvimento de uma ferramenta computacional de dinâmica de fluidos computacionais (CFD). Sobretudo, visa-se a proteção do meio ambiente e do patrimônio.

Os dados obtidos foram analisados com base no modelo tridimensional que foi construído no Blender. A porosidade foi calculada usando o código prePro desenvolvido pelo grupo de pesquisa e os resultados são visualizados no Paraview. A partir deste ponto simula-se a queima do gás. As simulações de explosão foram conduzidas no Stokes. O código resolve as equações fundamentais para escoamento de fluidos a partir da segunda lei de Newton aplicada ao elemento de fluido. Por meio desta abordagem é possível **simular** a explosão e sua consequência; além de conseguirmos visualizar para a interação com os os obstáculos da planta de processo.

3. Métodos e resultados

A primeira parte do processo de modelagem consiste na construção do modelo geométrico. O modelo industrial é construído no *Blender* por meio de formas geométricas primitivas, tais como cubos e cilindros. A Figura 1 apresenta um modelo 3D elementar que consiste de uma câmara em formato retangular e tubos

cilíndricos em seu interior. A Figura 1 A apresenta a vista em perspectiva ao passo que a Figura 1B apresenta a vista frontal do modelo.



Figura 1 A: Geometria feita no Blender com cilindros e um cubo- perspectiva 1. **Figura 1 B:** Geometria feita no Blender com cilindros e um cubo- perspectiva 2.

Podemos observar nas duas imagens acima um ambiente retangular com apenas uma entrada e saída de ar com todo seu interior distribuído por fileiras de cilindros.

Na segunda parte do processo calcula-se a porosidade dessa geometria utilizando o prePro. A porosidade é calculada por meio de algoritmo de colisão usados em jogos de videogame. O arcabouço matemático consiste na soma no espaço geométrico devido a Hermann Minkowski. Cabe mencionar que Minkowski foi o orientador de Albert Einstein, quem utilizou os conceitos do espaço de Minkowski para desenvolver o conceito de espaço - tempo, que deu origem a “Teoria de Relatividade” de Einstein. Diferente da que usamos normalmente, que seria a “Geometria Euclidiana” de Euclides de Alexandria.

Ao que diz respeito a parametrização da geometria por meio da porosidade, cabe mencionar que quanto mais refinada, ou seja, com mais cubos pequenos, mais resultados exatos teremos (ver Figura 2):

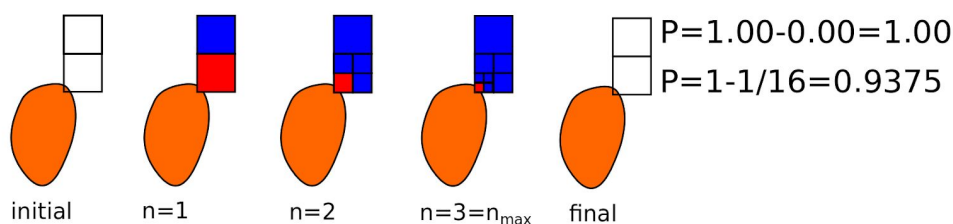


Figura 2: Procedimento para calcular a porosidade

Para melhor exemplificar a metodologia, note que quando o objeto laranja coincide com a malha a porosidade é zero. Do contrário tem-se a porosidade igual a um. Quando o preenchimento é parcial, calcula-se um número entre zero e um. Para o caso em que a porosidade é 0,5 significa que apenas 50% da caixa está livre para o escoamento. A Figura 3 ilustra as etapas da metodologia. O acoplamento com a modelagem do escoamento de fluido encontra-se apresentada na Figura 4 e na Figura 5 apresentamos o modelo geométrico da Figura 1 parametrizado por meio da porosidade.

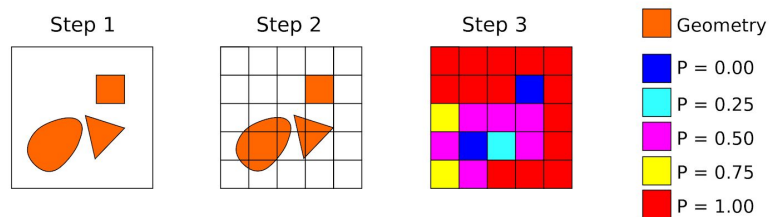


Figura 3: Etapas do cálculo da porosidade usando a soma de Minkowski

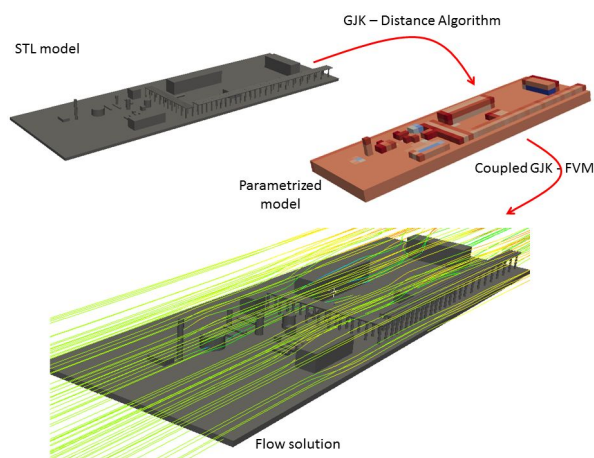


Figura 4: Etapas da simulação. Geometria, porosidade e solução do campo de velocidade usando o método proposto.

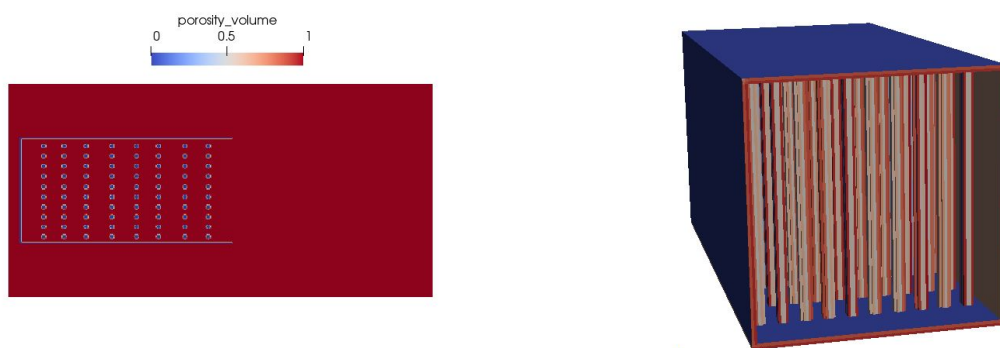


Figura 5 A: Porosidade calculada no prePro e visualizada no Paraview - vista superior.

Figura 5 B: Porosidade calculada no prePro e visualizada no Paraview - vista em perspectiva

A Figura 6 apresenta a **simulação** de explosão de uma nuvem de gás, no Stokes na geometria parametrizada conforme apresentação da Figura 5.

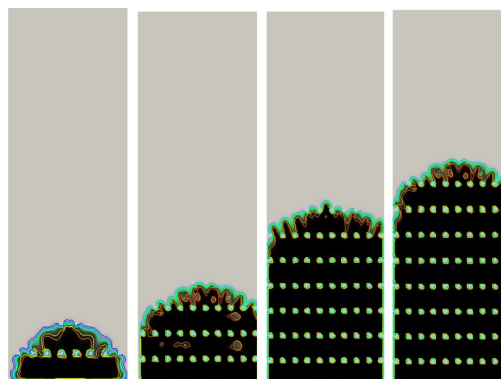


Figura 6: Simulação feita no Stokes. Quatro instantes de tempo de propagação da chama em um cenário de modelagem computacional de explosão.

Na Figura 6 encontra-se a mistura de gás e ar na geometria apresentada na Figura 1. Na face inferior a mistura inflamável é ignitada e a propagação da chama inicia-se conforme os instantes de tempo apresentados na Figura 6. Com as **simulações**, podemos analisar em que tempo a chama se espalhara no local e sua saída, sua temperatura inicial e final, sua densidade dentre outros parâmetros do escoamento reativo turbulento. Na figura 6 podemos perceber que conforme a explosão acontece dentro do ambiente da geometria as chamas se espalham e como se concentram nos arredores e cilindros.

4. Conclusões

Os estudos como esse tem uma enorme importância para as **indústrias** que utilizam produtos químicos, podendo ocasionar perigo tanto para as pessoas que

trabalham dentro do ambiente ou arredores populares; com pessoas e o meio ambiente.

Uma das vantagens de usar esses recursos computacionais é pelas plataformas serem totalmente abertas, sem nenhum custo; outra vantagem é a possibilidade de estar sempre prevenindo danos gerais ajudando em uma rápida preparação futura. A desvantagem é que pode ser um pouco complexo na montagem da indústrias ou na obtenção de dados para ser **simulado**, mas nada que um bom estudo ou orientação não resolva

Por fim, quero agradecer o pessoal do L4r1s4 da FEQ-UNICAMP que sempre me prestaram ajuda. E ao meu orientador, o professor Sávio Souza Venâncio Vianna, que disponibilizou algum tempo para passar seus incríveis conhecimentos!

5. Referências

1 - Tatielle D. Ferreira, Sávio S.V. Vianna, The Gilbert Johnson Keerthi distance algorithm coupled with computational fluid dynamics applied to gas explosion simulation. Process Safety and Environmental Protection, Volume 130, 2019, Pages 209-220, ISSN 0957-5820

2 - Tatielle D. Ferreira, Rogerio G. Santos, Sávio S.V. Vianna, A coupled finite volume method and Gilbert–Johnson–Keerthi distance algorithm for computational fluid dynamics modelling, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Volume 352, 2019, Pages 417-436, ISSN 0045-7825.