

Symulacja rozprzestrzeniania dymu

Autorzy: Michał Kowalczyk, Kacper Kontny, Denis Lyakhov

5 kwietnia 2020

1 Cele

- i. Głównym zadaniem w tym projekcie jest stworzenie trójwymiarowego modelu rozprzestrzeniania się dymu w pomieszczeniu.
- ii. Model powinien uwzględniać takie czynniki jak temperaturę czy kierunek ruchu powietrza.
- iii. W ramach projektu należy opracować model i przygotować symulację 3D.

2 Wprowadzenie

Większość nowoczesnych metod symulacji nie tylko dymu, ale też gazów i płynów są oparte na tzw. równaniu Naviera-Stokes'a. Za ich pomocą można symulować rozprzestrzenianie się cieczy i gazów w 2D i 3D.

Równanie Navier-Stokes'a - w mechanice płynów - równanie różniczkowe cząstkowe, opisujące fizykę cieczy. Mówiąc dokładniej, opisuje zmianę prędkości przepływu w czasie. Mając aktualny stan prędkości i zbiór sił, równania te mogą nam powiedzieć dokładnie, jak zmienia się prędkość w każdym nieskończenie małym przedziale czasu.

Równania Navier-Stokes'a wyglądają następująco:

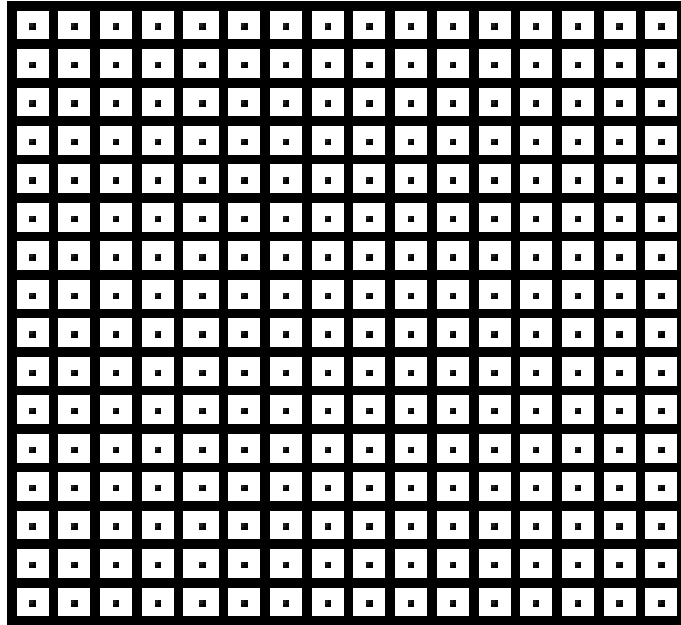
$$\frac{\partial u}{\partial t} = -(u \cdot \nabla)u + \nu \nabla^2 u + f \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -(u \cdot \nabla)\rho + \kappa \nabla^2 \rho + S \quad (2)$$

Pierwsze równanie opisuje zmianę prędkości, a drugie - gęstości.

Aby mieć możliwość rozwiązywania takich równań w czasie rzeczywistym, posługujemy algorytmami numerycznymi.

Ale mamy problem. Chociaż możemy przewidzieć zachowanie się prędkości przepływu cieczy w nieskończenie małych przedziałach czasu, w praktyce we współczesnym świecie nie dysponujemy (i raczej nigdy nie będziemy) komputerami, posiadającymi moc obliczeniową wystarczającą do obliczenia zachowania się każdej małej cząstecki płynu albo



Rysunek 1: Siatka 2D $N \times N$

gazu na poziomie molekularnym. W związku z tym, aby rozwiązać ten problem musimy zoptymalizować naszą symulację.

Zamiast milionów cząsteczek dymu, nasza symulacja komputerowa będzie posiadać siatkę ze skończoną liczbą komórek. Gęstość i prędkość każdej części naszego dymu zostaną zapisane w środku każdej z naszych komórek (rys. 1).

W taki sposób znacznie zmniejszymy obciążenia obliczeniowe, co pozwoli nam na uruchomienie symulacji w czasie rzeczywistym.

3 Definicja problemu

TODO: co trzeba zrobić, co symulujemy, co chcemy uzyskać

4 Propozycja rozwiązania

TODO: jak to robimy, literatura

Literatura

- [1] Eren Algan, *REAL-TIME SMOKE SIMULATION*, [link](#).
- [2] Jos Stam, *Real-Time Fluid Dynamics for Games*.
- [3] Marinus Rorbech, *REAL-TIME SIMULATION OF SMOKE USING GRAPHICS HARDWARE*, [link](#).
- [4] Ronald Fedkiw, Jos Stam, Henrik Wann Jensen, *Visual Simulation of Smoke*, [link](#).
- [5] Michael Ash, *Simulation and Visualization of a 3D Fluid*, [link](#).