Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Praca inżynierska

Rafał Szęszoł

kierunek studiów: **Informatyka Stosowana**

Wykorzystanie równania adwekcji w symulacji mieszania kolorów.

Opiekun: **dr hab. inż. Tomasz Chwiej**

Kraków, styczeń 2017

Oświadczam, świadomy odpowiedzialności karnej za poświadczenie nieprawdy, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem osobiście i samodzielnie i nie korzystałem ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

....

(czytelny podpis)

Na kolejnych dwóch stronach proszę dołączyć kolejno recenzje pracy popełnione przez Opiekuna oraz Recenzenta (wydrukowane z systemu MISIO i podpisane przez odpowiednio Opiekuna i Recenzenta pracy). Papierową wersję pracy (zawierającą podpisane recenzje) proszę złożyć w dziekanacie celem rejestracji.

Spis treści

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Problem szybkiego mieszania

Rozdział 2

Wprowadzenie teoretyczne

2.1 Adwekcja

2.2 Równanie Naviera Stokesa

Rozdział 3

Równanie adwekcji metodą Cranka-Nicholson

3.1 Crank-Nicholson

3.2 Analiza Von Neumanna

3.3 Bicgstab

3.4 Wyniki z ujemną gęstością

Rozdział 4

Problem dyfuzji numerycznej

4.1 Analiza problemu

4.2 FCT

Rozdział 5

Schemat square-root

5.1 Omówienie metody

Metoda jako lekarstwo.

5.2 Wady metody square-root

5.3 FCT

Boris Brook Zalesak

Rozdział 6

Problem prędkości na brzegach

6.1 Modelowanie funkcji wirowości

6.2 Niezerowa prędkość na brzegach

Niezerowa prędkość na brzegach powoduje znikanie pakietu.

Rozdział 7

Statyczne mieszanie kolorów

7.1 Wprowadzenie

7.2 Mieszanie

7.3 Stała mieszania

Badanie homogeniczności mieszaniny

7.4 Schematy mieszania

Rozdział 8

Dynamiczne mieszanie kolorów

8.1 Wprowadzenie

8.2 Mieszanie

8.3 Stała mieszania

Rozdział 9

Bibliografia

Wzory do wyprowadzające równanie różnicowe, Crank-Nicholson. Równanie adwekcji:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla(uV) = 0 \tag{9.1}$$

$$\frac{u^{n+1} - u^n}{\Delta t} = -\nabla\left[\frac{u^{n+1}V^{n+1} + u^nV^n}{2}\right] \tag{9.2}$$

$$\frac{u^{n+1} - u^n}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\left[u^{n+1}V^{n+1} + u^nV^n\right] \tag{9.3}$$

$$u^{n+1} = u^n - \frac{\Delta t}{2}\left[\nabla u^{n+1}V^{n+1} + \nabla u^nV^n\right] \tag{9.4}$$

$$u^{n+1} + \frac{\Delta t}{2}\nabla u^{n+1}V^{n+1} = u^n - \frac{\Delta t}{2}\nabla u^nV^n \tag{9.5}$$

$$\begin{aligned} u_{ij}^{n+1} + \frac{\Delta t}{2}\left[V_x^{n+1}\frac{u_{i+1j}^{n+1} - 2u_{ij}^{n+1} + u_{i-1j}^{n+1}}{\Delta x^2} + V_y^{n+1}\frac{u_{ij+1}^{n+1} - 2u_{ij}^{n+1} + u_{ij-1}^{n+1}}{\Delta y^2}\right] \\ = u_{ij}^n - \frac{\Delta t}{2}\left[V_x^n\frac{u_{i+1j}^n - 2u_{ij}^n + u_{i-1j}^n}{\Delta x^2} + V_y^n\frac{u_{ij+1}^n - 2u_{ij}^n + u_{ij-1}^n}{\Delta y^2}\right] \end{aligned} \tag{9.6}$$

$$\begin{aligned} \alpha^{n+1}u_{ij}^{n+1} + \beta^{n+1}u_{i+1j}^{n+1} + \beta^{n+1}u_{i-1j}^{n+1} + \gamma^{n+1}u_{ij+1}^{n+1} + \gamma^{n+1}u_{ij-1}^{n+1} \\ = \alpha^n u_{ij}^n - \beta^n u_{i+1j}^n - \beta^n u_{i-1j}^n - \gamma^n u_{ij+1}^n - \gamma^n u_{ij-1}^n \end{aligned} \tag{9.7}$$

$$\alpha^{n+1} = 1 - \frac{\Delta t V_x^{n+1}}{\Delta t x^2} - \frac{\Delta t V_y^{n+1}}{\Delta t y^2}, \alpha^n = 1 - \frac{\Delta t V_x^n}{\Delta t x^2} - \frac{\Delta t V_y^n}{\Delta t y^2} \tag{9.8}$$

$$\beta^{n+1} = \frac{\Delta t V_x^{n+1}}{\Delta t x^2}, \beta^n = -\frac{\Delta t V_x^n}{\Delta t x^2} \tag{9.9}$$

$$\gamma^{n+1} = \frac{\Delta t V_y^{n+1}}{\Delta t y^2}, \gamma^n = -\frac{\Delta t V_y^n}{\Delta t y^2} \tag{9.10}$$

$$\tag{9.11}$$