

Д.т.н, професор Зайцев В.Г., магістрант Донде Я.В.

Національний технічний університету України
«Київський політехнічний інститут»

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПОВЕДІНКИ ТОЧКОВИХ ВИХОРІВ В ЧАСІ

Abstract

Volodymyr G. Zaitsev, prof.; Yana Donde, master

Interaction of two-dimensional vortex pair with moveable incompressible media

This paper concerns the task of interaction of two-dimensional vortex pair with sliding layer of constant thickness with an uniform distribution of intensity. This problem is considered by an example of large aircraft take-offs. Obtained solutions are analyzed with an aim to create simple but quite adequate model of an actual air flow which one could be used in real-time.

Вступ

Відомо, що зліт крупнотонажних літаків супроводжується складним рухом потоку повітря. Важливим є той факт, що за крилами літака створюється пара крупномасштабних кінцевих вихорів, які досить довгий час залишаються над злітною смугою, навіть при наявності бічного вітру при поверхні (рис. 1):



Рис. 1. Складний рух повітря при злеті крупнотонажних літаків

Інтенсивність таких вихорів є досить високою: після злету літака Boeing 747 формуються вихори з інтенсивністю близько $250 \text{ м}^2/\text{с}$, які просторово рознесені на відстань приблизно 25м. Такі вихори можуть перебувати над злітною смугою на протязі декількох хвилин, навіть при наявності бокового вітру зі швидкістю 3 – 5 м/с. Такий рух повітря небезпечний для злетів та посадок інших літаків. Виникає важливе з практичної точки зору питання: через який проміжок часу вихрова пара покине зону при наявності заданого профілю бокового вітру біля поверхні землі.

Постановка задачі

Задача полягає у розробці програмного продукту, що являє собою систему двовимірного моделювання поведінки точкових вихорів в часі.

Програмний продукт передбачає моделювання таких функцій:

- графічне відображення двовимірної моделі, побудованої за заданими параметрами;
- відображення поведінки системи точкових вихорів в певний момент часу;
- зміна параметрів моделі.

Вхідна інформація - параметри моделі.

Вихідна інформація:

- графічне відображення моделі у інтерфейсі користувача;
- таблиця значень стану моделі.

Користувачі системи:

- система реального часу для розрахунку оптимального розкладу злетів літаків;
- диспетчер аеропорту.

Структура та робота програмного продукту

Структурна схема роботи програми зображена на рис. 2.

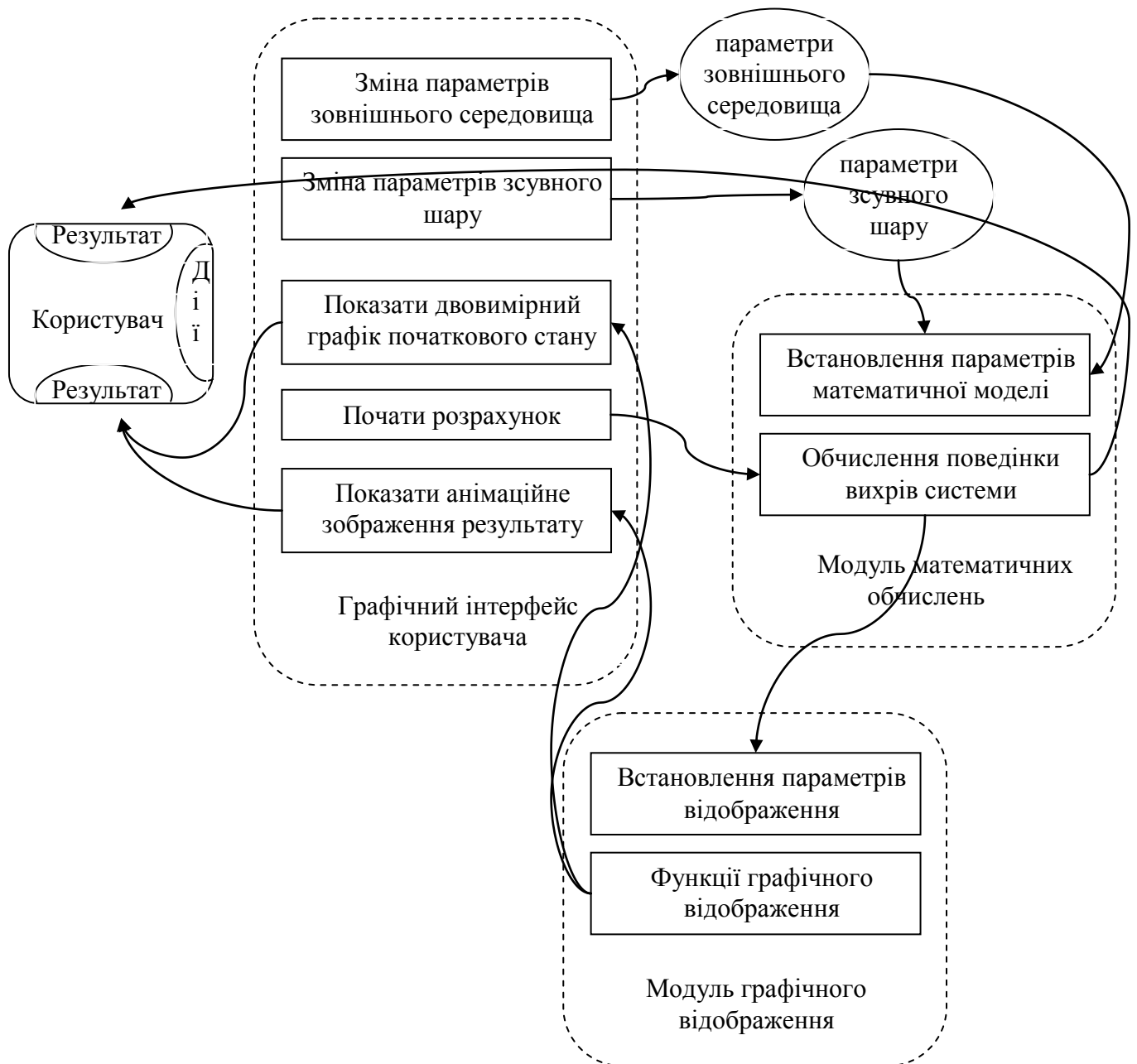


Рис. 2. Структурна схема роботи програми

Програмний продукт складається з трьох частин, які взаємодіють між собою. Після запуску програми перед користувачем постає графічний інтерфейс програми, який складається з

- графічного вікна виведення результатів;
- текстових полів для введення параметрів;
- індикаторів;
- кнопок управління.

Користувач вводить потрібні параметри й запускає програму, після чого управління передається модулю математичних обчислень. Цей модуль проводить обчислення поведінки вихорів і передає результат до модулю графічного відображення, який відображає результат у вигляді анімації. Під час перебігу анімації її можна в будь-який момент призупиняти та відновлювати за допомогою спеціальних кнопок.

Засоби реалізації

Для розробки програмного продукту використовується операційна система Ubuntu 9.4.

Даний програмний продукт є кросс-платформенним, отже, для його супроводження, компіляції та запуску може служити більшість популярних операційних систем, таких як MS Windows 2000, XP, Vista або Apple MacOS X.

Для реалізації програмного продукту було обране наступне програмне забезпечення:

- мова програмування JAVA SE 6;
- середовище розробки NetBeans 6.5;
- бібліотеки розробки графічного інтерфейсу Swing.

Вимоги до ЕОМ

Системні вимоги розробленого програмного продукту:

- ОС GNU/Linux, MS Windows 2000/XP/ 2003, MacOS X;
- процесор – не менше 600 МГц;
- оперативна пам'ять – 64 Мб;
- не менше 1 Мб вільного простору на жорсткому диску;
- JDK 1.4.0 або старшої версії, або JRE 1.4.0 або старшої версії .

Висновок

Проведені дослідження довели, що існує можливість створити програмне забезпечення на існуючих засобах обчислювальної техніки.

Даний програмний продукт розроблюється з метою створення простої, але достатньо адекватної моделі реальної течії повітря, котру можна було б застосовувати в режимі реального часу.

Література

1. Гуржий А.А., Анализ взаимодействия двухмерных вихревых структур, Прикладная гидромеханика. 1999.- Т.73. N.2. с.44-51.
2. Лойцянский. Л. Г., Механика жидкости и газа.- М.: Наука, 1987.- 840с.
3. Corjon A., Poinsot T., "Vortex model to define safe aircraft separation distances", J. of Aircraft, 1999, V. 33, N.3, p.547-553.
4. Holzäpfel F., Gerz T., "Two-dimensional wake vortex physics in the stably stratified atmosphere", Aerosp. Sc. and Thech., 1999, N.5, p.261-270.