

ФРАКТАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ В МОДЕЛЮВАННІ ПРИРОДНИХ СТРУКТУР

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто основні принципи фрактального моделювання та його застосування. Використання фракталів дозволяє створювати математичні моделі об'єктів, які мають складну самоподібну структуру, таких як дерева, хмари, гори та річкові системи.

Ключові слова: фрактали, природні структури, моделювання, самоподібність, комп'ютерна графіка.

Abstract

The paper discusses the basic principles of fractal modeling and its applications. The use of fractals allows you to create mathematical models of objects that have a complex self-similar structure, such as trees, clouds, mountains, and river systems.

Keywords: fractals, natural structures, modeling, self-similarity, computer graphics.

Вступ

У природі часто зустрічаються структури, що мають властивість самоподібності та можуть бути змодельовані за допомогою фрактальної геометрії. Традиційні методи опису таких структур не завжди є ефективними через їхню складність та нерегулярність. Фрактальна геометрія надає потужний математичний апарат для моделювання природних явищ, таких як розгалуження дерев, форма берегових ліній, будова судинної системи живих організмів тощо.

Актуальність теми дослідження визначається широким застосуванням фрактальних методів у комп'ютерному моделюванні, генерації графіки, обробці зображень та аналізі складних динамічних систем. Фрактали також активно використовуються у фізиці, біології, хімії, геології, економіці та інших галузях науки. Вони допомагають вивчати закономірності природних процесів, описувати хаотичні системи, аналізувати фінансові ринки та прогнозувати поведінку складних об'єктів.

Результати дослідження

У результаті проведеного дослідження виокремлено основні методи фрактального моделювання та природні явища до яких застосовується даний вид моделювання.

Фрактальне моделювання ґрунтується на ітеративному застосуванні простих математичних правил, що породжують складні самоподібні структури. Основні підходи до створення фракталів включають:

- *систему ітеративних функцій (IFS)* – використовуються для генерації детермінованих фракталів, таких як папороть Барнслі та трикутник Серпінського;
- *лінгвістичні системи (L-системи)* – дозволяють описувати рослинні структури та природні процеси за допомогою рекурсивних правил;
- *фрактальний шум та перколяційні методи* – застосовуються для моделювання нерегулярних поверхонь, таких як гори чи хмари;
- *математичне відображення хаотичних процесів* – дає можливість моделювати природні явища, наприклад, турбулентні потоки, розподіл часток у рідинах або моделювання гірських масивів.

Фрактальна геометрія широко використовується для відтворення різних природних явищ та структур:

- *моделювання рослинності:* фрактальні алгоритми дозволяють створювати реалістичні 3D-моделі дерев, кущів та інших рослин. Завдяки L-системам можна імітувати ріст гілок та листя.
- *генерація рельєфів:* використання перколяційних процесів та фрактального шуму дає змогу створювати реалістичні пейзажі з горами, долинами та водними поверхнями.

- *структури атмосферних явищ*: фрактали допомагають моделювати форму та динаміку хмар, буревіїв та візерунків грозових фронтів.
- *моделювання берегових ліній*: береги морів та океанів мають властивість фрактальної нерегулярності, що може бути змодельовано за допомогою стохастичних алгоритмів.
- *фрактали у біології*: фрактальні структури характерні для кровоносних судин, нервових волокон та легених шляхів.

Висновки

Використання фрактальної геометрії дозволяє ефективно моделювати складні природні структури, що мають властивість самоподібності.

Алгоритми фрактального моделювання забезпечують високу точність та реалістичність створюваних об'єктів.

Застосування розроблених методів у комп'ютерній графіці дозволяє суттєво автоматизувати процес генерації природних ландшафтів.

Фрактальні моделі можуть використовуватися для дослідження складних природних процесів у фізиці, біології та географії.

Впровадження фрактальних алгоритмів у сучасні комп'ютерні системи та програмне забезпечення дозволяє значно розширити можливості моделювання природних явищ у віртуальних середовищах.

Фрактальні моделі мають потенціал для застосування в екологічних дослідженнях та прогнозуванні кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Пеїтген Х.-О., Юргенс Х., Заус М. Фрактали в природі. – К.: Техніка, 2010. – 384 с.
- 2) Дойч Г. Комп'ютерна графіка: Фрактали та алгоритми. – Львів: Наука, 2018. – 290 с.
- 3) Barnsley M. Fractals Everywhere. – Academic Press, 2012. – 429 p.
- 4) Peitgen H.-O., Jürgens H., Saupe D. Chaos and Fractals: New Frontiers of Science. – Springer, 2004. – 984 p.
- 5) Mandelbrot B. The Fractal Geometry of Nature. – W. H. Freeman, 1982. – 468 p.
- 6) Falconer K. Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. – Wiley, 2014. – 368 p.

Чернокнижник Артем – студент групи 1 КН-24 б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, e-mail: hov953@gmail.com

Науковий керівник: **Ковальчук Майя Борисівна** — д.пед.н., доцент, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, e-mail: maya.kovalchuk@gmail.com

Chernokhorneyk Artem - student of group 1 KN-24 b, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Vinnytsia, Khmelnytske shose, 95, e-mail: hov953@gmail.com

Supervisor: **Kovalchuk Maya B.** — Doctor of Science (Ped.), Associate Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Khmelnytske shose, 95, e-mail: maya.kovalchuk@gmail.com