

УДК 621.397.3

СХЕМА ПОБУДОВИ ДВОВИМІРНИХ ТА ТРИВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ СКЛАДНОЇ СТРУКТУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРАКТАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

© Хавалко В., 2003

Розглянуто схему побудови двовимірних та тривимірних зображень природних об'єктів складної структури з використанням фрактальної геометрії. Для реалізації цієї складної для Евклідової геометрії задачі використано основні поняття фрактальної геометрії та L-систем. Вдосконалено алгоритм синтезу складних зображень на основі L-систем та проаналізовано його переваги і недоліки.

The schema of two- and three-dimensional images of complex structure nature objects building using fractal geometry is considered. For realization of this complex problem for Euclidean geometry have been proposed to use basic mean of fractal geometry and L-systems. Algorithm of complex image synthesis on the base of L-systems is improved. The analysis of advantages and disadvantages are done.

Вступ

Для синтезу зображень, які характеризуються великою кількістю дрібних деталей і мають природний характер та походження, методи та підходи, що використовують поняття та засоби звичайної евклідової геометрії, є низькоєфективними [1, 2], а в ряді випадків взагалі дають незадовільний результат. Насамперед це пов'язано з тим, що в більшості випадків такі об'єкти природного походження, як гори, хмари, ріки, дим, дерева, рослини, сніжинки, ландшафтні поверхні та ін. мають безліч дрібних частинок. При використанні елементарних об'єктів, описаних в [3], та правил їх поєднання, розглянутих в [4], їх опис буде надзвичайно громіздким, а при візуалізації вимагатиме великих обчислювальних затрат і матиме штучний вигляд. При використанні методів апроксимації та інтерполяції інформація про дрібні частинки таких об'єктів або свідомо втрачається з метою спрощення результуючих апроксимаційних та інтерполяційних поліномів або ж, маючи на меті якомога точніше наближення таких зображень, отримуємо високі степені поліномів та непомірне зростання обчислювальних затрат.

Як у першому, так і в другому випадках результат наближення буде набагато гіршим ніж при використанні методів та підходів, які використовує фрактальна геометрія [1, 2].

Отже, для ефективного синтезу та генерування масивів даних, які описують реалістичні берегові лінії, гірські масиви, різноманітні фізичні та економічні процеси, ландшафтні поверхні і геологічні карти, природні явища і процеси росту та інші об'єкти

складної структури доцільно використовувати фрактали або випадкові фрактали, тобто фрактали, до математичного опису яких включено додатковий параметр, який відповідає за випадковість.

Рівень деталізації синтезованих зображень обмежено роздільною здатністю монітора, оскільки при моделюванні настає такий момент, коли при переході від одного рівня деталізації до іншого будуть згенеровані настільки дрібні деталі, що вони перестають бути помітними для людського ока, а тому для зменшення обчислювальних затрат будемо накладати обмеження на глибину рекурсії.

Алгоритми генерації природних явищ, процесів та зображень прийнято розбивати на такі категорії [1]:

- 1) дані апроксимації випадкових фракталів з певною точністю використовуються як вхідна інформація для алгоритмів, які в результаті дають дані, точність яких покращена на певний коефіцієнт. Такий процес повторюється, поки не буде досягнуто необхідної точності. У деяких випадках в алгоритмах цього класу застосовуються рекурсивні процедури;
- 2) алгоритми цього класу використовують лише одну апроксимацію, одразу ж забезпечуючи задану точність;
- 3) до третього класу відносять алгоритми, які для апроксимації використовують ітераційні підходи.

Такий потужний апарат, яким володіє фрактальна геометрія, доцільно поєднати з L -системами [5]. Ці засоби, використовуючи рекурсивні процедури, дають можливість будувати самоподібні, самоафінні та симетричні зображення природних об'єктів складної структури просто, швидко і ефективно. Черепашкова графіка – один з способів малювання ліній на екрані комп'ютера, який полягає в тому, що програміст керує рухом уявної черепашки, яка, плазуючи по екрані, залишає за собою слід. При цьому мета програміста – керувати черепашкою так, щоб вона намалювала потрібну лінію.

Наприклад, $F + + F + + F$ – це рівносторонній трикутник, якщо кут повороту дорівнює $\pi/3$, а $F + F + F + F$ – це квадрат, якщо кут повороту дорівнює $\pi/2$.

1. Постановка задачі

На основі аналізу методів та алгоритмів фрактальної побудови складних зображень (дво- і тривимірних) розробити новий алгоритм, який давав би можливість синтезувати зображення різної геометричної форми та складності, що належать до різноманітних класів природних об'єктів і відображають їх з високим ступенем точності.

2. Основні поняття L -систем

Поняття L -систем ввів Аристрід Лінденмайєр, в основному для вивчення формальних мов. Надалі з'ясувалося, що за допомогою їх можна будувати самоподібні фрактали. Алгоритм, що реалізує L -систему в графічному вигляді, одержав назву черепашкової графіки. Детальніше про переваги та недоліки L -систем можна подивитися в [5].

"Черепашковий" алгоритм є інтерпретатором кодового слова, що є результатом виконання L -системи, яка аналізується зліва направо і може містити такі символи:


```

axiom = F
newF = F + F-[F-F + [F]] + [F-F + [F]]
turn = pi / 7
n = 4

```

4. Об'ємні L-системи та синтез тривимірних зображень

При побудові тривимірних зображень (об'ємні дерева й інші фрактали) доводиться вводити ще пари команд для реалізації поворотів із площини (пропонуються символи $>$, $<$). Тобто, $+$ - це повороти в площині XY , а $>$, $<$ - повороти в площині XZ . Далі дії алгоритму подібні до попереднього випадку, якщо зустрічаються символи "+" та "-", то реалізується поворот у площині XY , а при зустрічі символів "<" і ">" - поворот в площині XZ .

Наприклад, при побудові 3d-куща (рис.3.) дані мають вигляд:

```

axiom = F
newF = F[ + F][>F] + F-[-F][<F]
turnXY = pi / 7
turnXZ = pi / 5
n = 5

```

Рис.2. Вінок гілок після чотирьох кроків побудови

Відне припущення зробив ще Леонардо да Вінчі. Він припустив, що якщо скласти товщину всіх гілок дерева на одній висоті, те ця сума буде постійною для всієї висоти дерева. Це свого роду закон збереження сумарної товщини.

Розроблена програмна реалізація дає можливість

здійснювати інтерактивний вибір параметрів алгоритму (рис.4), що, в свою чергу, сприяє збільшенню класів згенерованих зображень, урізноманітнює їх форму, структуру, складність та ін. Результат роботи програми записується в двох форматах: як зображення або як файл числових даних. Крім цього, створене зображення та проведену роботу користувач має можливість записати у вигляді окремого проекту.

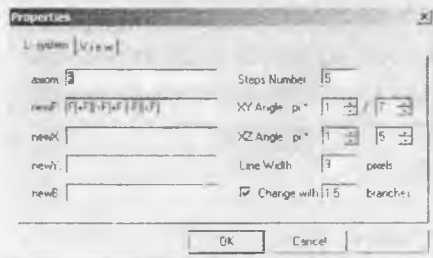


Рис.4. Вікно зміни параметрів синтезованого зображення



Рис.3. Гілка після п'ятих кроків побудови з різних точок зору

Висновок

Вдосконалений алгоритм побудови дво- і тривимірних зображень природного походження

складної геометричної форми і відтворення складних двовимірних зображень дає можливість будувати зображення, які описують реалістичні берегові лінії, гірські масиви, різноманітні фізичні та економічні процеси, ландшафтні поверхні і геологічні карти, природні явища і процеси росту та ін. об'єкти складної природи. Завдяки інтерактивній зміні параметрів цього алгоритму покращується його гнучкість та універсальність.

1. Michael Barnsley *Fractals everywhere*. - Academic press: Jones and Bartlett Publishers, 1988. – 394P.
2. The science of fractal images / Heinz-Otto Peitgen at all. eds. - New York: Springer, 1988. – 312 P.
3. Хавалко В.М. Використання теоретико-множинних операцій для синтезу та перетворень геометричних об'єктів // Вісник ДУ "Львівська політехніка". – 1999. – №386. – С.164–172.
4. Хавалко В.М. Проблема вибору множини елементарних об'єктів для ефективного синтезу складних зображень // Вісник ДУ "Львівська політехніка". – 2000. – №392. – С.131–136.
5. P.Prusinkiewicz & J. Hanan, *Lindenmayer Systems, Fractals, and Plants, Lecture Notes in Biomathematics*. N79. Springer-Verlag, New-York,1989.

Т. Коротєєва

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.3.049.77

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ПРИЗНАЧЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ФРАГМЕНТІВ ДЕРЕВ ШТЕЙНЕРА НА МАГІСТРАЛІ КАНАЛІВ ПЛІС

© Коротєєва Т., 2003р.

Розглянуто стратегії призначення фрагментів дерев на магістралі каналів програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Проаналізовано результати етапу мікротрасування ПЛІС.

The strategies to destination fragments of tree on channel line for FPGA is considered. Results of experimental research of micro-routing for FPGA was considered.

1. Вступ

Складовою задачею проектування матричних ВІС є етап мікротрасування та призначення вертикальних (горизонтальних) складових (ВС) дерев Штейнера (ДШ) на вільні магістралі каналів (рис. 1).