**ВІЗУАЛІЗАЦІЯ** **ФРАКТАЛЬНОЇ** **ГРАФІЧНИХ**

**ЗОБРАЖЕННЯ. МНОЖИНИ МАНДЕЛЬБРОТА**

Фрактальна графіка на сьогоднішній день є одним з найбільш швидко розвивинутих і перспективних видів комп'ютерної графіки. Логічно, що фрактальна графіка складається з фракталів. Але що ж це таке? Фрактал - це структура саме подібних фрагментів. Це означає, що взявши невелику частину фрактала можна отримати інформацію про весь фрактал. Як повторювані фони на сайтах або візерунки на радянських килимах. Щоб уявити собі фрактал і запам'ятати як він виглядає на все життя, досить подивитися на Капусту Романеско. Це реально існуюча італійська капуста.

Поняття фрактал, фрактальна геометрія та фрактальна графіка, з'явилися в кінці 70-х, сьогодні міцно увійшли в ужиток математиків і комп'ютерних художників.

Математичною основою фрактальної графіки є фрактальна геометрія. Тут в основу методу побудови зображень покладено принцип спадкування від, так званих, «батьків» геометричних властивостей об'єктів-спадкоємців.

Фракталом називається структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому. Одним з основних властивостей фракталів є самоподібність. Об'єкт називають самоподібним, коли збільшені частини об'єкта походять на сам об'єкт і один на одного. Перефразовуючи це визначення, можна сказати, що в найпростішому випадку невелика частина фрактала містить інформацію про все фрактале.

Фрактальна графіка заснована на математичних обчисленнях. Базовим елементом фрактальної графіки є сама математична формула, тобто ніяких об'єктів в пам'яті комп'ютера не зберігається і зображення будується виключно по рівняннях. Таким способом будують як найпростіші регулярні структури, так і складні ілюстрації, що імітують природні ландшафти і тривимірні об'єкти.

Принцип створення фрактальних зображень досить традиційний, найпростіше - скористатися однією з доданих в постачанні формул (зорієнтуватися щодо можливого виду генерується за обраною формулою зображення допоможе вбудований браузер), а потім підредагувати параметри формули бажаним чином. А якщо експеримент виявився невдалим, то останні дії легко скасувати. Готових фрактальних формул дуже багато, і число їх може бути розширено шляхом скачування нових формул з сайту програми. Підготовлені користувачі можуть спробувати щастя і в створенні власної формули, для чого в пакеті є вбудований текстовий редактор з підтримкою базових шаблонів, заснованих на стандартних конструкціях мови програмування фрактальних формул.

Змінивши коефіцієнти рівняння, можна отримати зовсім інше зображення. Ця ідея знайшла використання в комп'ютерній графіці завдяки компактності математичного апарату, необхідного для її реалізації. Так, за допомогою декількох математичних коефіцієнтів можна задати лінії і поверхні дуже складної форми. Фрактальна комп'ютерна графіка дозволяє створювати абстрактні композиції, де можна реалізувати безліч прийомів: горизонталі і вертикалі, діагональні напрямки, симетрію і асиметрію. З чим можна порівняти фрактальное зображення? Ну, наприклад, зі складною структурою кристала, зі сніжинкою, елементи якої вибудовується в одну складну композицію.

Слід зазначити, що слово «фрактал» не є математичним терміном і не має загальноприйнятого суворого математичного визначення. Фігура є фракталом, якщо має такі властивості:

1. Чи має нетривіальну структуру у всіх масштабах (для фрактала збільшення масштабу не веде до спрощення структури, тому на всіх шкалах ми побачимо однаково складну картину).

2. Чи є самоподобной або наближено самоподобной.

3. Має дробову метричну розмірність або метричну розмірність, що перевершує топологічну.

У центрі фрактальної фігури знаходиться її найпростіший елемент - рівносторонній трикутник, який отримав назву «фрактальний». Потім, на середньому відрізку сторін будуються рівносторонні трикутники зі стороною, що дорівнює (1 / 3a) від сторони вихідного фрактального трикутника. У свою чергу, на середніх відрізках сторін отриманих трикутників, що є об'єктами-спадкоємцями першого покоління, шикуються трикутники-спадкоємці другого покоління зі стороною (1 / 9а) від сторони вихідного трикутника.

Таким чином, дрібні елементи фрактального об'єкта повторюють властивості всього об'єкта. Отриманий об'єкт носить назву «фрактальної фігури». Процес спадкування можна продовжувати до нескінченності. Таким чином можна описати і такий графічний елемент як пряма.

Однак не варто думати, що таїнство фрактального зображення криється лише в вдалою формулою. Не менш важливі й інші аспекти. Наприклад, колірна настройка, що припускає вибір варіанти забарвлення і точну настройку її параметрів. Налаштування кольору реалізована на рівні солідних графічних пакетів, наприклад градієнти можна створювати і налаштовувати самостійно, коректуючи безліч параметрів, включаючи напівпрозорість, і зберігати їх в біблиотека для подальшого використання. Застосування шарів з можливістю зміни режимів їх змішування і коригуванням напівпрозорості дозволяє генерувати багатошарові фрактали і за рахунок накладення фрактальних зображень один на одного домагатися унікальних ефектів. Використання масок непрозорості забезпечує маскування певних областей зображення. Фільтри трансформації дозволяють виконувати щодо виділених фрагментів зображення різноманітні перетворення: масштабувати, дзеркально відображати, обрізати по шаблону, спотворювати за допомогою завихрення або ряби, розмножувати за принципом калейдоскопа і т.д.

Змінюючи і комбінуючи забарвлення фрактальних фігур, можна моделювати образи живої та неживої природи (наприклад, гілки дерева або сніжинки), а також складати з отриманих фігур «фрактальную композицію». Фрактальна графіка, так само як векторна і тривимірна, є обчислюється. Її головна відмінність в тому, що зображення будується по XIII Всеросійська науково-практична конференція «Технології Microsoft в теорії і практиці програмування» 64 рівняння або системи рівнянь. Тому в пам'яті комп'ютера для виконання всіх обчислень нічого, крім формули, зберігати не потрібно.

Одним з найбільш з найвідоміших фрактальних зображень є безліч Мандельброта. Безліч Мандельброта - це безліч таких точок c на комплексній площині, для яких рекуррентное соотношеніезадаёт обмежену послідовність. Безліч Мандельброта є одним з найвідоміших фракталів, в тому числі за межами математики, завдяки своїм кольоровим візуалізацій. Його фрагменти не строго подібні вихідного безлічі, але при багаторазовому збільшенні певні частини все більше схожі один на одного.

Для побудови графічного зображення безлічі Мандельброта найчастіше використовується алгоритм, званий escape-time. Суть його така. Доведено, що все безліч цілком розташоване всередині кола радіуса 2 на площині. Тому будемо вважати, що якщо для точки c послідовність ітерацій функції fc = z 2 + c з початковим значенням z = 0 після деякого великого їх числа N (скажімо, 100) не вийшла за межі цього кола, то точка належить множині і фарбується в чорний колір. Відповідно, якщо на якомусь етапі, меншому N, елемент послідовності по модулю став більше 2, то точка безлічі не належить і залишається білою. Таким чином, можна отримати чорно-біле зображення безлічі, яке і було отримано Мандельброт.

Фрактали широко застосовуються в комп'ютерній графіці для побудови зображень природних об'єктів, таких як дерева, кущі, гірські ландшафти, поверхні морів і так далі. Існує безліч програм, що служать для генерації фрактальних зображень.

Список літератури

1. Stevens R.T. Creating fractals (Graphics series) // Publisher: Charles River Media; 1 edition, August 15, 2005

2. Федер Е. Фрактали. - М: Світ, 1991

3. абачи С.К. Про трикутнику Паскаля, простих делителях і фрактальних структурах // Світ науки. - 1989. - № 9