Таким чином, створена модель системи для удосконалення ехоенцефалографічного методу діагностики мозкових структур, яка поєднує структурну схему навчання персептрону для розпізнавання параметрів частотного спектру та фіксування мінливої картинки спектру на одному рівні для усіх вимірювань, та математичну модель, що реалізується швидким перетворенням Фур'є та алгоритмом Левенберга – Маркардта.

Обмежений обсяг публікації не дозволяє привести повні математичні розрахунки моделі, що пропонується.

Вказана модель дозволяє значно покращити ехоенцефалографічний метод діагностики, а саме – зменшити вплив людського фактору на діагностичні результати, зробити самі результати більш достовірними, зменшити час обстеження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л.Б. Иванов, Т.П. Ермолаева, Ю.Ф. Сахно. Эхоэнцефалоскопия в клинической практике. Московский научно-исследовательский институт педиатрии и детской хирургии МЗ РФ. Методические рекомендации, 2001.- 98с.
2. Беркинблит М. Б.. Нейронные сети, 1993. – 99 с.
3. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритм вычисления сверток. Москва: Радио и связь - 1985.

пост. 11.09.09

Програмні засоби генерування фрактальних множин

НАДРИГАЙЛО Т.Ж., ТІТАРЕНКО О.С.

Дніпродзержинський державній технічний університет

У даній роботі розглянуті існуючі класи фракталів, методи генерування фрактальних множин та їх застосування. На основі концепції ООП розроблена програма, що генерує фрактальні множини і наведені деякі види фракталів.

В данной работе рассмотрены существующие классы фракталов, методы генерирования фрактальных множеств и их применение. На основе концепции ООП разработана программа, генерирующая фрактальные множества и приведены некоторые виды фракталов.

In this work some existing classes of fractals, the methods of generating fractal sets and their application. Based on the concept of the OOP developed a program that generates fractal sets and are some types of fractals.

Вступ. Поняття фрактал і фрактальна геометрія, що з'явилися наприкінці 70-х, з середини 80-х міцно увійшли в побут, математиків і програмістів. Слово фрактал утворено від латинського fractus і в перекладі означає що складається з фрагментів. Воно було запропоновано Бенуа Мандельброт в 1975 році для позначення нерегулярних, але самоподобних структур, якими він займався. Народження фрактальної геометрії прийнято пов'язувати з виходом у 1977 році книги Мандельброт "The Fractal Geometry of Nature". В його роботах використані наукові результати інших учених, які працювали в період 1875-1925 років у тій же області (Пуанкаре, фату, Жюліа, Кантор, Хаусдорф). Але тільки в наш час вдалося об'єднати їх роботи в єдину систему.

Роль фракталів в машинному графіку сьогодні досить велика. Вони приходять на допомогу, наприклад, коли потрібно, за допомогою декількох коефіцієнтів, задати лінії і поверхні дуже складної форми. З точки зору машинної графіки, фрактальна геометрія незамінна при створення штучних хмар, гір, поверхні моря. Фактично знайдено спосіб легкого подання складних неевклідових об'єктів, образи яких дуже схожі на природні.

Одним з основних властивостей фракталів є самоподобіе. У самому простому випадку невелика частина фрактала містить інформацію про всі фрактали.

Визначення фрактала, дане Мандельбротом, звучить так: *"Фракталом називається структура, що складається з частин, які в певному сенсі подібні до цілого"*.

Генерування фракталів. Існує три поширені методи генерування фракталів:

- Ітераційні функції — будуються відповідно до фіксованого правила геометричних заміщень. Множина Кантора, килим Серпінського, трикутник Серпінського, крива Пєано, крива Коха, крива дракона, Т-Квадрат та губка Менгера є прикладами таких фракталів.
- Рекурентні відношення — Фрактали, що визначаються рекурентним відношенням в кожній точці простору (такому як площина комплексних чисел). Прикладами фракталів цього типу є множина Мандельброта, палаючий корабель та фрактал Ляпунова.
- Випадкові процеси — Фрактали, що генеруються з використанням стохастичних, а не детермінованих процесів, наприклад: фрактальні ландшафти, траєкторія Леві та броунівське дерево. Останній утворює так звані кластери дифузійних концентратів (en:diffusion-limited aggregation) та реакційних концентратів (en:reaction-limited aggregation).

Класифікація фракталів. Видно, що фрактал Мандельброта і крива Коха різні типи фракталів. У них є спільне – рекурсивна процедура при генерації, але є відмінності. Тому для їх вивчення варто розділити їх на певні класи. Однією із загальноприйнятих класифікацій є класифікація фракталів на геометричні, алгебраїчні та стохастичні.

- Геометричні фрактали
  Саме з них почалася історія фракталів. Це і є ті функції-монстри, яких так називали за недифференційованість в кожній точці. Геометричні фрактали є також найбільш наочними, тому що відразу видно само подібність. Загалом усі геометричні фрактали мають т.зв. жорстку самоподібністю, не змінюються при зміні масштабу. Для побудови геометричних фракталів характерно задання "основи" і "фрагмента", що повторюється при кожному зменшенні масштабу. Тому ці фрактали іноді називають конструктивними або автомодельнимі.
  Прикладами таких фракталов є трикутник Серпінського, сніжинка Коха (рис. 1), крива Леві та багато інших.
  У графіці геометричні фрактали застосовуються для отримання зображень дерев, кущів, берегових ліній і т.д.
  Конструктивні фрактали будуються за допомогою рекурсивних процедур, систем ітерірованних функцій, L-систем, та ін.

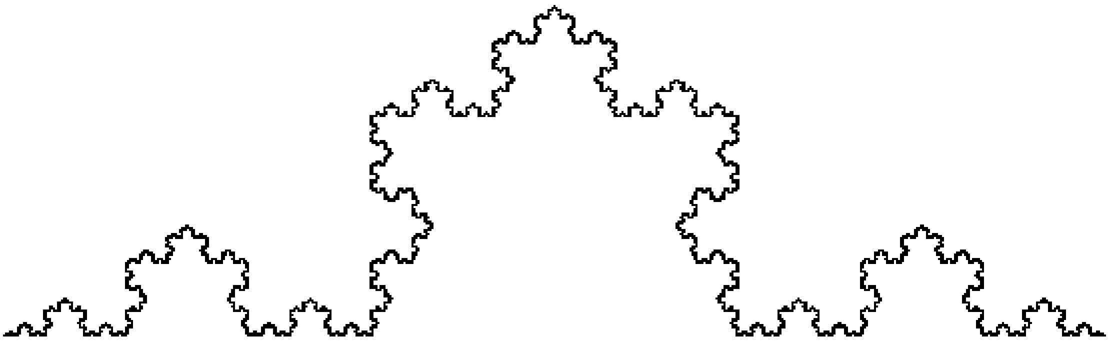

Рис. 1. Фрактал крива Коха

- Алгебраїчні фрактали
  Друга велика група фракталів – алгебраїчні. Свою назву вони отримали за те, що їх будують, використовуючи прості алгебраїчні формули.
  Отримують їх за допомогою нелінійних процесів в n-мірних просторах. Відомо, що нелінійні динамічні системи володіють кількома стійкими станами. Стан, в якому виявиться динамічна система після деякого числа ітерацій, залежить від початкових умов. Тому кожний сталий стан (аттрактор) володіє певною областю початкових станів, при яких система обов'язково перейде в розглядаючі кінцеві стани. Таким чином, фазові простір розбивається на області тяжіння аттрактору.
  Найвідомішими з них є безліч Мандельброт (рис. 2) і Жюліа, Басейни Ньютона і т.д.

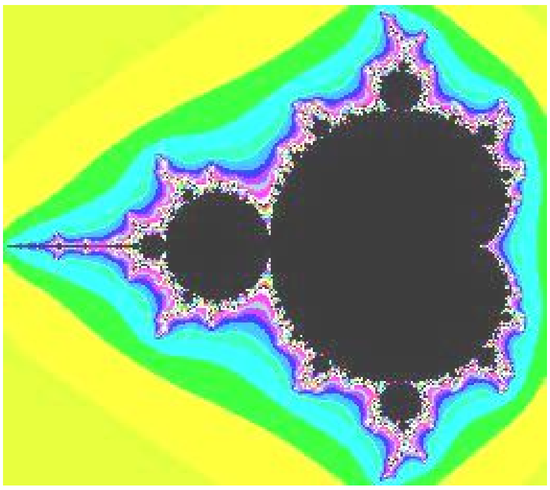

Рис. 2

- Стохастичні фрактали
  Крива Коха як би не була схожа на кордон берега не може виступати в якості її моделі з-за того, що вона всюди однакова, само подібна, а в дійсності це не так. Всі природні об'єкти створюються за примхи природи, і є випадковість в цьому процесі.
  Фрактали при побудові яких у ітеративний системі випадковим чином змінюються якісь параметри на-

зиваються стохастичного (рис. 3). Термін "стохастичний" походить від грецького слова, що означає "припущення". Також прикладом випадковості в природі є броунівський рух. За допомогою комп'ютера такі процеси будувати досить просто, тому що він дозволяє генерувати послідовності випадкових чисел. Ці фрактали використовуються при моделюванні рельєфом місцевості і поверхні морів, процесу електролізу.

Застосування фракталів.

- Генерація зображень природних об'єктів

  Геометричні фрактали застосовуються для отримання зображень дерев, кущів, берегових ліній тощо. Алгебричні та стохастичні — для побудови ландшафтів, поверхні морів, моделей біологічних та інших об'єктів.
- Механіка рідин

  Фракталами добре описуються такі процеси та явища, що стосуються механіки рідин і газів:
  - динаміка та турбулентність складних потоків;
  - моделювання полум'я;
  - пористі матеріали, у тому числі в нафтохімії.
- Біологія
  - Моделювання популяцій;
  - біосенсорні взаємодії;
  - процеси всередині організму, наприклад, биття серця.
- Фрактальні антени

  Фрактальну геометрію для проектування антенних пристроїв було вперше застосовано американським інженером Натаном Коеном, який тоді жив у центрі Бостона, де було заборонено встановлювати зовнішні антени на будинках. Натан вирізав з алюмінієвої фольги фігуру у формі кривої Коха та наклеїв її на аркуш паперу, а потім приєднав до приймача. Виявилось, що така антена працює не гірше за звичайну. Й хоча фізичні принципи роботи такої антени не вивчено досі, це не завадило Коену заснувати власну компанію й налагодити їхній серійний випуск.

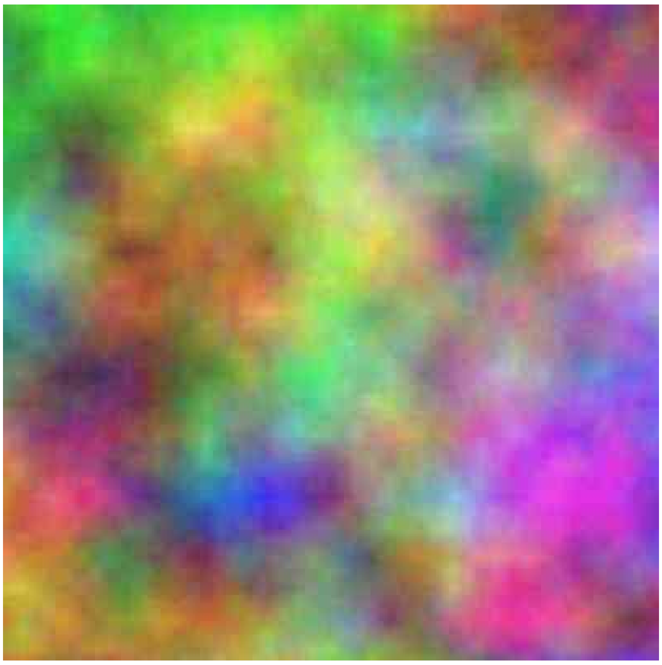

Рис. 3. Стахостичний фрактал

- Стиснення зображень

  За допомогою фракталів можна стискати великі растрові зображення до частин їхніх нормальних розмірів. Це твердження випливає з теореми Банаха про стискуючі перетворення й є результатом роботи дослідника Технологічного інституту шт. Джорджія Майкла Барнслі.

  Коротко метод можна описати таким чином. Зображення кодується кількома простими перетвореннями (в нашому випадкові афінними), тобто визначається коефіцієнтами цих перетворень (в нашому випадкові: A, B, C, D, E та F).

  Наприклад, закодувавши якесь зображення двома афінними перетвореннями, ми однозначно визначаємо його за допомогою 12 коефіцієнтів. Якщо тепер задати яку-небудь початкову точку (наприклад, X = 0, Y = 0) та запустити ітераційний процес, то ми після першої ітерації отримаємо дві точки, після другої — чотири, після третьої — вісім і т. д. Через кілька десятків ітерацій сукупність отриманих точок описуватиме закодоване зображення. Але проблема полягає в тому, що дуже важко знайти коефіцієнти перетворень, які кодували б довільне зображення.

  Не зважаючи на те, що було створено програмне забезпечення, що реалізує ці алгоритми (наприклад, бібліотеки фрактального стиснення використовуються в Microsoft Encarta), досить ефективного методу не було знайдено досі, а сам Майкл Барнслі продовжує працювати в даному напрямкові.
- Децентралізовані мережі

  Система призначення IP-адрес в мережі Netsukuku використовує принцип фрактального стиснення інформації для компактного зберігання інформації про вузли мережі. Кожен вузол мережі Netsukuku тримає лише 4 Кб інформації про стан сусідніх вузлів, при цьому будь-який новий вузол під'єднується до загальної мережі без необхідності в центральному регулюванні роздавання IP-адрес, що, наприклад, є характерним для мережі Інтернет. Таким чином, принцип фрактального стиснення гарантує повністю децентралізовану, а отже, максимально стійку роботу всієї мережі.

Постановка задачі. За допомогою комп'ютерного моделювання зобразити само подібні структури, для яких можна аналізувати властивості притаманні фракталам.

Схема алгоритму та аналіз результатів. Існує проста рекурсивна процедура отримання фрактальних кривих на площині.

1. Задамо довільну ламану з кінцевим числом ланок, яка називається генератором.
2. Далі, замінимо в ній кожен відрізок генератором (точніше, ламаною, подібної генератору). У отриманій ламаній знову замінимо кожен відрізок генератором. Продовжуючи до нескінченності, в межах отримаємо фрактальну криву.

На рисунку 4 наведено три перших кроку цієї процедури для кривий Коха.

Прикладами таких кривих служать:

- крива дракона;
- крива Коха;
- крива Леві;
- крива Мінковского;
- крива Пеано.

За допомогою схожої процедури отримується дерево Піфагора.

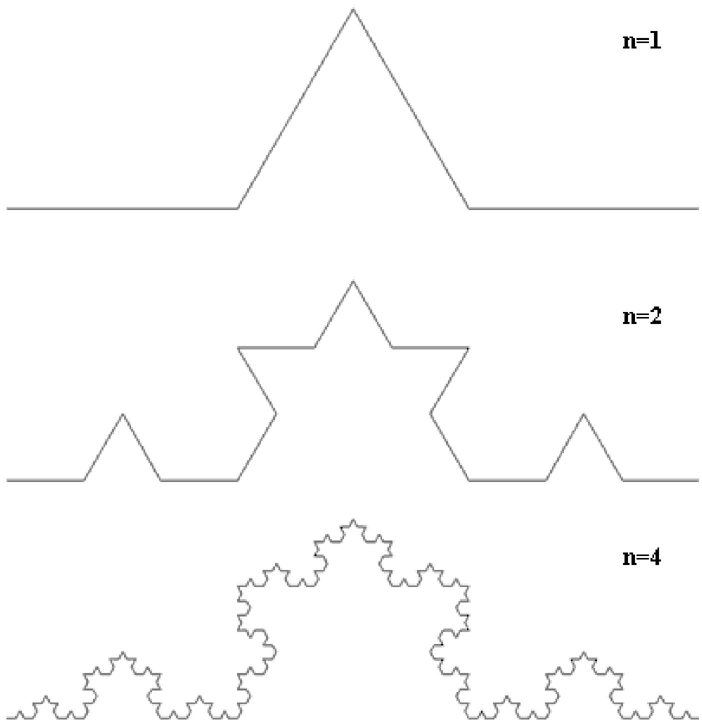

Рис 4. Крива Коха

На основі концепцій ООП була розроблена програма генерування фрактальних множин, в якій дуже інтенсивно використовуються можливості ООП, що дає в поставленій задачі ряд суттєвих переваг.

В розробленій програмі кожен тип фракталу представлений у вигляді окремого класу, кожен з яких є наслідником від базового класу Fractal.

Класи фракталів не прив'язані до жодної графічної підсистемі, це досягнено за допомогою використання інтерфейсів. Це дає можливість виводити фрактальні зображення за допомогою GDI+, Direct Draw, DirectX, OpenGL, WPF та ін. Цей універсальний підхід дає можливість переносу даної програми на інші платформи без переписування більшої частини програми.

Також були розроблені дві потужні підсистеми генерування геометричних фракталів. IFS System – дозволяє використавши матриці афінних перетворень генерувати величезну кількість різноманітних фракталів (рис. 5, 6). L-System працює за принципом так званої Turtles Graphics. За допомогою Axiom'и, правил перетворення та величини зміни кута застосовуючи цю підсистему можна генерувати більшу частину геометричних фракталів без використання рекурсії, що дає змогу швидше і з більшою степінь вкладання генерувати геометричні фрактали (рис. 7).

Відтворена можливість генерування різноманітних видів алгебраїчних фракталів на комплексній площині, приклади яких наведені на рисунках 8–13.

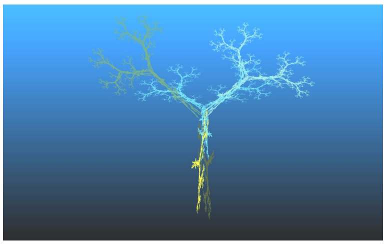

Рис 5. Фрактальне дерево

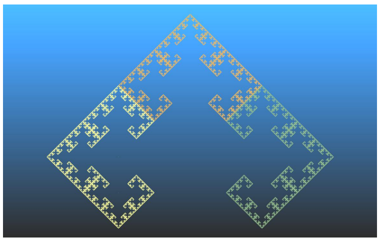

Рис 6. Floor фрактал

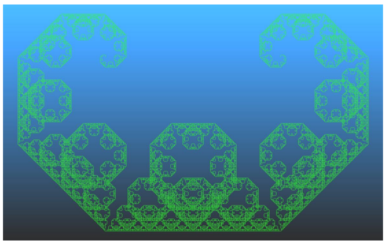

Рис 7. Levy C curve

Приклади алгебраїчних фрактальних множин

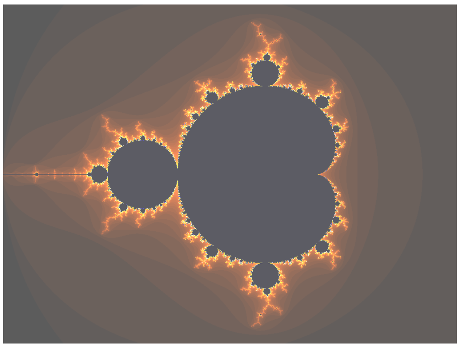

Рис 8. Множина Мандельброта (приклад 1)

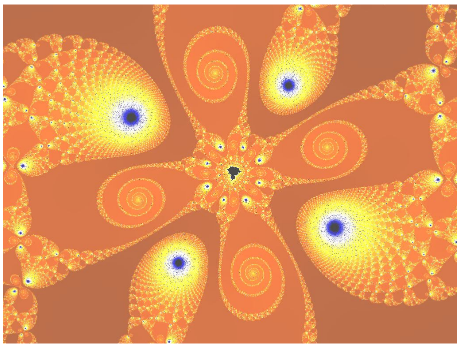

Рис 9. Множина Мандельброта (приклад 2)

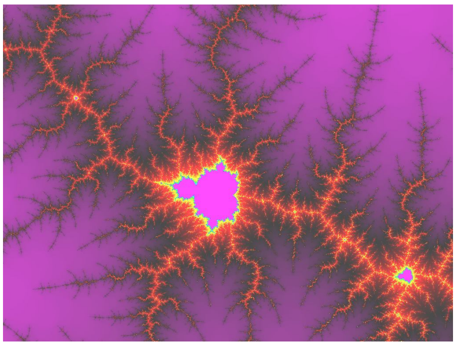

Рис 10. Множина Мандельброта (приклад 3)

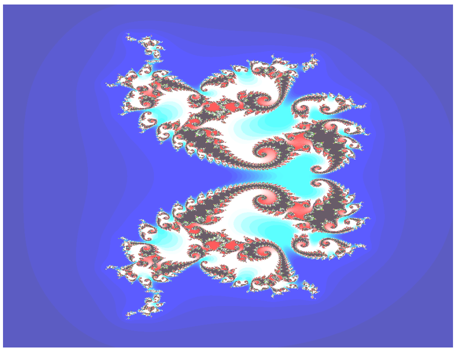

Рис 11. Множина Фенікса

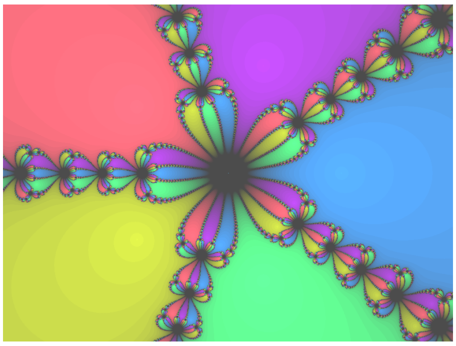

Рис 12. Басейни Ньютона

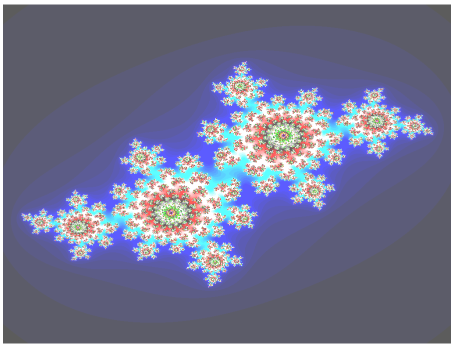

Рис 13. Множина Жуліана