

TỔNG QUAN VỀ HÌNH HỌC FRACTAL VÀ ỨNG DỤNG OVERVIEW ON FRACTAL GEOMETRY AND APPLICATIONS

ThS. NGUYỄN HẠNH PHÚC; ThS. NGUYỄN VĂN THỦY; KS. NGUYỄN PHẠM TUẤN
Khoa Công nghệ Thông tin, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài viết này đưa ra cách nhìn tổng quan về hình học Fractal nói chung. Đồng thời, các tác giả cũng trình bày một số ứng dụng của hình học Fractal và một số cài đặt một số hình Fractal cơ bản.

Abstract

The article is about an overview on fractal geometry in general. Besides authors would like to introduce applications of fractal geometry.

1. Đặt vấn đề

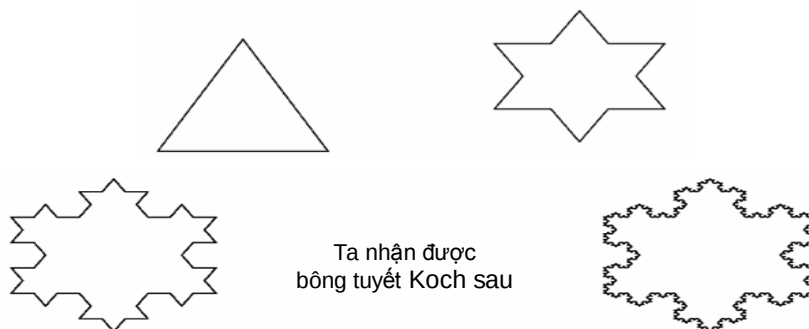
Fractal là một thuật ngữ do nhà Toán học Mandelbrot đưa ra khi ông khảo sát những hình hoặc những hiện tượng trong thiên nhiên không có đặc trưng về độ dài. Năm 1982, nhà toán học thiên tài Mandelbrot nảy sinh ra ý tưởng về sự tồn tại của một môn "Hình học của tự nhiên", Fractal Geometry. Vậy hình học Fractal là gì? Fractal là cấu trúc thể hiện sự gần giống nhau về hình dạng của các hình thể kích cỡ khác nhau [1]. Nếu bạn nghiền một củ khoai tây rán dòn bạn sẽ có vô số những mảnh vỏ lớn nhỏ, các mảnh này có thể gọi là Fractal. Fractal là những vật thể hình học có cấu trúc nhưng quá bất thường để có thể mô tả bằng hình học Euclide. Một fractal bao gồm nhiều phần nhưng mỗi phần lại là một hình ảnh copy thu nhỏ của vật thể đó.

Lý thuyết hình học fractal được xây dựng dựa trên 2 vấn đề lớn được quan tâm ở những thập niên đầu thế kỷ 20. Các vấn đề đó bao gồm:

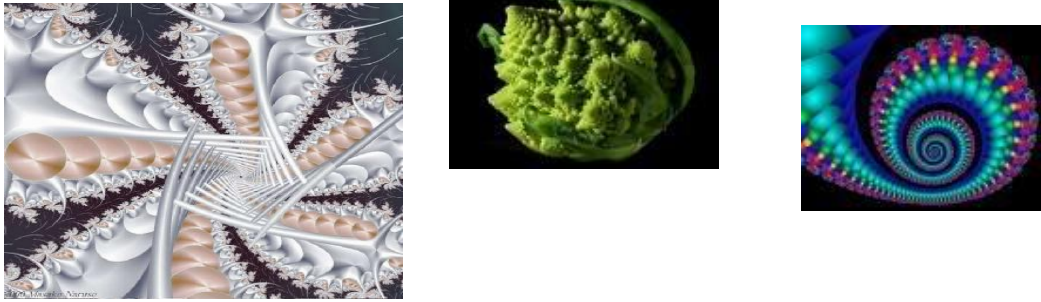
- Tính hỗn độn của các quá trình phát triển có quy luật trong tự nhiên.
- Sự mở rộng khái niệm số chiều và độ đo trong lý thuyết hình học Euclide cổ điển.

Hình học Euclid được giới thiệu ở trường trung học với việc khảo sát các hình đa giác, hình tròn, hình đa diện, hình cầu, hình nón... Hơn hai nghìn năm qua hình học Euclid đã có tác dụng to lớn đối với nền văn minh nhân loại, từ việc đo đạc ruộng đất đến vẽ đồ án xây dựng nhà cửa, chế tạo vật dụng và máy móc, từ việc mô tả quỹ đạo của các hành tinh trong hệ mặt trời đến mô tả cấu trúc của nguyên tử. Tuy nhiên, qua hình học Euclid ta nhìn mọi vật dưới dạng "đều đặn", "trơn nhẵn". Với những hình dạng trong hình học Euclid ta không thể hình dung và mô tả được nhiều vật thể rất quen thuộc xung quanh như quả núi, bờ biển, đám mây, nhiều bộ phận trong cơ thể như mạch máu... là những vật cụ thể cực kỳ không đều đặn không trơn nhẵn mà rất xù xì, gồ ghề. Một ví dụ đơn giản: bờ biển đảo Trường Sa dài bao nhiêu? Ta không thể có được câu trả lời. Nếu dùng cách đo hình học quen thuộc dù thước đo có nhỏ bao nhiêu đi nữa ta cũng đã bỏ qua những lồi lõm giữa hai đầu của thước đo ấy, nhất là chỗ bờ đá nhấp nhô. Và với thước đo càng nhỏ ta có chiều dài càng lớn và có thể là... vô cùng lớn.

Ví dụ bông tuyết Koch, được xây dựng từ tam giác đều hình 1



Hình 1. Bông tuyết Koch



Hình 2. Một số hình ảnh được tạo ra nhờ ứng dụng hình học fractal [2].

2. Ứng dụng của hình học fractal

Hiện nay có một số hướng ứng dụng lớn của lý thuyết hình học fractal, bao gồm:

- Ứng dụng trong vấn đề tạo ảnh trên máy tính.

Các ứng dụng công nghệ giải trí trên máy tính bao gồm các lĩnh vực như trò chơi, animation video... được sự trợ giúp mạnh mẽ của lý thuyết hình học fractal đã giảm được đáng kể thời gian và công sức thực hiện.

- Ứng dụng trong công nghệ nén ảnh.

Vấn đề quan trọng trong công nghệ xử lý ảnh hiện nay là không gian lưu trữ ảnh, các ảnh càng chất lượng thì không gian lưu trữ càng lớn. Theo tính toán, 1 ảnh có chất lượng gần như ảnh chụp đời 1 vùng nhớ 24 bit cho 1 điểm ảnh, nên để hiện ảnh đó trên một màn hình máy tính có độ phân giải tương đối cao như 1024x768 cần xấp xỉ 2.25Mb. Để thể hiện một đoạn video độ phân giải cao cần không gian lưu trữ lớn hơn rất nhiều lần. Điều này đòi hỏi các nhà khoa học nghiên cứu các giải pháp phần cứng cũng như phần mềm. Các ý tưởng cải tiến dựa trên ý tưởng nén thông tin. Các phương pháp nén thông tin cần đáp ứng được các yêu cầu: Cho tỉ lệ nén cao, không mất thông tin và chất lượng ảnh không quá kém với ảnh ban đầu. Phương pháp nén ảnh fractal được phát triển gần đây bởi *Iterated System* đáp ứng được yêu cầu này.

- Ứng dụng trong đời sống tự nhiên

Fractal áp dụng trực tiếp cho thế giới tự nhiên, người ta có thể dựa vào hình học fractal để có thể tính toán được, mô phỏng được những hệ phức tạp. Hình học fractal có những ứng dụng phong phú, đa dạng vào rất nhiều lĩnh vực khác nhau, từ các ngành xây dựng, khai thác dầu khí, chế tạo dụng cụ chính xác đến những ứng dụng hiệu quả trong y học, sinh lý học, âm nhạc.v.v..

3. Cài đặt một số đường, mặt fractal cơ bản

Trong phần này, tác giả trình bày một số vấn đề lý thuyết cũng như việc cài đặt một số đường, mặt fractal cơ bản.

a) Họ đường Vonkoch: các hình này có số chiều Fractal và số chiều Hausdorff-Besicovitch bằng nhau. Số chiều được tính theo công thức sau: $D = \frac{\log(N)}{\log \frac{1}{R}}$, trong đó N là số đoạn thẳng, R

là số chiều của mỗi đoạn.

Họ đường này gồm một số đường quan trọng sau: đường hoa tuyết Vonkoch, đường Vonkoch bậc 2, đường Vonkoch bậc 2 phức tạp.

b) Họ đường Peano

Các đường này có số chiều fractal bằng 2. Chúng được gọi là các đường Peano vì

Guiseppe Peano vào năm 1900. Do số chiều bằng 2 nên các đường này phải lấp đầy mặt phẳng. Họ đường này bao gồm các đường sau: đường Peano đơn giản, đường Peano cải tiến, đường Cesaro Triangle, đường Peano bậc hai bảy đoạn,

c) Họ đường Sierpinski: Còn gọi là 'tam-giác Sierpinski', bắt-đầu từ một hình tam-giác đều, đáy phẳng, nối liền trun- điểm của ba cạnh thành một hình tam-giác đều nhỏ rồi móc bỏ tam-giác này, Cứ tiếp-tục phân-chia như vậy cho những tam-giác nhỏ hơn cho đến khi không thể phân-chia được nữa. Có thể áp dụng tương tự với khối hình vuông, hoặc khối hình hộp.

d) Mặt Maldelbrot: được Maldelbrot xây dựng vào năm 1979

Mặt Julia: là tập đối tượng fractal có mối quan hệ chặt chẽ với mặt Maldelbrot. Khi phóng to một phần của mặt Maldelbrot ta có được một hình rất giống với mặt Julia.

e) Mặt Phoenix: họ đường cong Phoenix do Shigehiro Ushiki ở đại học Tokyo tìm ra. Phương trình của đường cong được xác định bởi:

$$z_{n+1} = z_n^2 + p + qz_{n-1};$$

Trong đó:

$$z_i \in \mathbb{C} \quad \forall i \in \mathbb{N};$$

$$p = (p, 0) \in \mathbb{C};$$

$$q = (q, 0) \in \mathbb{C}$$

4. Kết luận

Bài báo này mong muốn đưa đến cho độc giả những kiến thức cơ bản về hình học fractal nói chung, cũng như một số đường, mặt fractal phổ biến. Tác giả cũng đã cài đặt thành công các thuật toán liên quan đến các vấn đề đã trình bày. Do khuôn khổ bài báo, tác giả chưa thể trình bày vấn đề một cách chi tiết, cũng như chưa thể trình bày một số thuật toán và phần cài đặt thử nghiệm liên quan. Mọi ý kiến đóng góp xin liên hệ với tác giả theo địa chỉ: phucvima@gmail.com.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *The Fractal Geometry of Nature* By Benoit B. Mandelbrot, 1983.

[2] <http://vi.wikipedia.org>.

Người phản biện: ThS. Nguyễn Hữu Tuấn