

**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo**



Evolutionary Computing

Lab Session 5: Fractals

Alumno: David Arturo Oaxaca Pérez

Grupo: 3CV11

Profesor: Jorge Luis Rosas Trigueros

Fecha de realización: 18/10/2021

Fecha de entrega: 18/10/2021

Marco teórico

Para esta práctica se construyó un pequeño paisaje usando fractales, los fractales provienen de un término acuñado por el matemático Benoit Mandelbrot a finales de la década de los 70 mientras trabajaba en IBM, quien se dedicó a buscar la base matemática para las formas irregulares del mundo real, donde encontró que en muchas de las formas de la naturaleza existe un principio matemático conocido como auto similitud, que describe cualquier cosa en la que la misma forma se repite una y otra vez en escalas cada vez más pequeñas y se bifurcan repitiendo este procesos en escalas más pequeñas.

Con lo anterior, llegamos a la definición de lo que es un fractal, este es un objeto geométrico en el que se repite el mismo patrón a diferentes escalas y con diferente orientación, su nombre proviene del latín *fractus* que significa fracturado o irregular y previamente matemáticos como Cantor y Peano definieron objetos catalogables como fractales, aunque no eran reconocidos como tales.

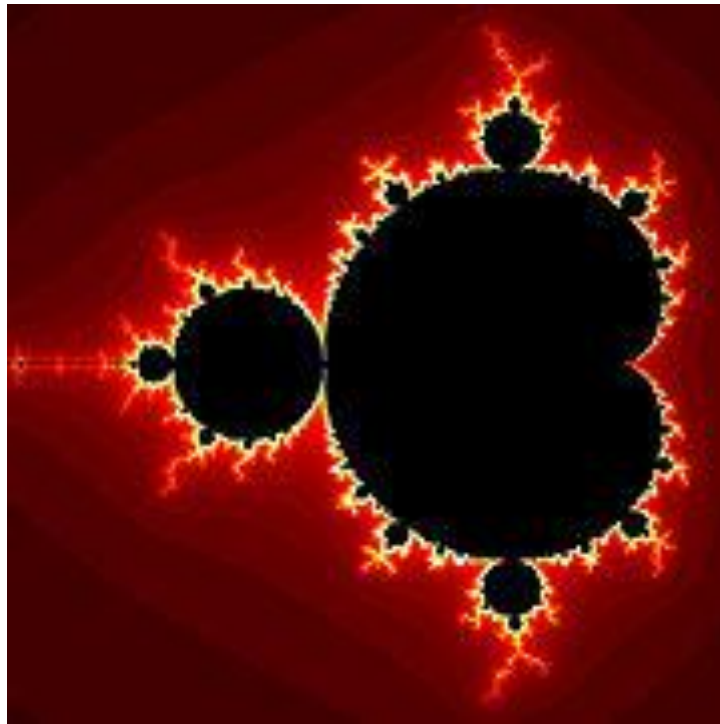


Figura 1. Conjunto de Mandelbrot.

Para dibujar estos fractales en la programación, se usan funciones recursivas, estas son aquellas que se llaman a sí mismas, empezando con una forma geométrica simple con una determinada escala que se repite varias veces mediante las llamadas recursivas a diferentes escalas de modo que se presentara una estructura similar.

Un elemento notable en los fractales es que el concepto de longitud nos e puede usar como en la geometría clásica, algo que se refleja muy bien en la curva de Koch,

cada vez que se itera el proceso encontramos que la longitud de la línea aumenta un tercio, pero esta podría ser infinita, lo único que se podría saber es que cada curva es 4/3 de la anterior, de ahí aparece en concepto de dimensión fractal definido por Felix Hausdorff en 1919, incluso antes de la definición de los fractales como tal, esta fórmula permitía calcular la dimensión de una figura sea fractal o no.

$$D = \log N / \log S$$

Donde N son el número de piezas pequeñas que recubren a la figura inicial y S es el factor escala, el cociente entre una medida tomada de una figura más grande la misma medida tomada de una figura más pequeña en una misma unidad.

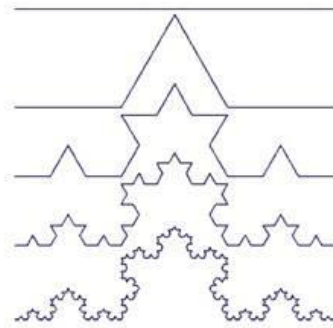


Figura 2. Curva de Koch.

Algunos de los fractales usados en esta práctica fueron los siguientes:

Árbol

Este empieza mediante una línea de longitud l que posteriormente va decreciendo al ser multiplicado por sl , a la vez que se bifurca en tres líneas más, donde el ángulo va cambiando en su dirección formando un árbol como el siguiente.

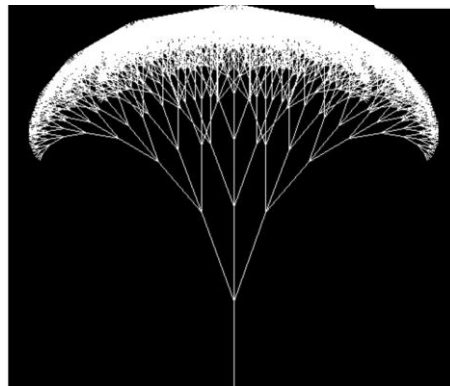


Figura 3. Fragmento que se asemeja a un árbol.

Estrella

Este fractal comienza creando una línea desde un centro mientras avanza de manera circular el ángulo en el que esta línea será creada y estas oscilan en su longitud, pues esta es multiplicada de tal manera que las líneas que se van creando van cambiando de tamaño dando la impresión de que el fractal es parecido a una estrella.

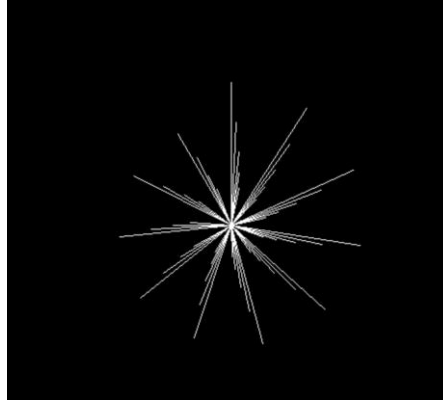


Figura 4. Fragmento que se asemeja a una estrella.

Cordillera

Este fractal se crea de la misma forma que el árbol, con la diferencia de que tiene un ángulo mucho más inclinado, de manera que cuando se van dando las bifurcaciones estas tienden hacia el suelo lo que hace que este fractal pueda parecer una cordillera.

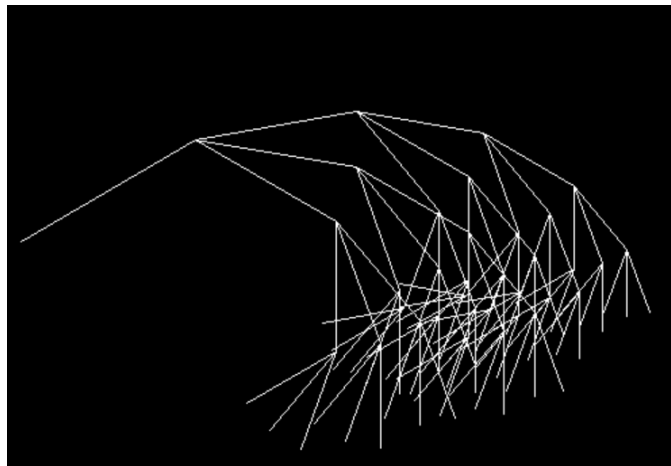


Figura 5. Fragmento que se asemeja a una cordillera.

Nube

Este es un fractal creado a partir de círculos, los cuales van reduciendo su tamaño a la vez que van girando de una manera que se van sobreponiendo el de menor tamaño conforme se van llamando funciones recursivas, posicionándose en forma de espiral y forman la figura de una nube.

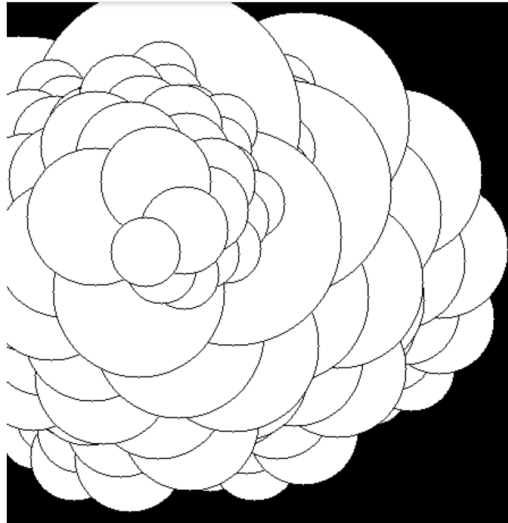


Figura 6. Fragmento que se asemeja a una nube.

Caparazón

En este se da una línea que va girando en forma de espiral según el ángulo dado y a la par que va haciendo eso va aumentando su longitud, de forma que se parece a un caparazón o si el ángulo es menor a 45, parece simplemente un espiral.

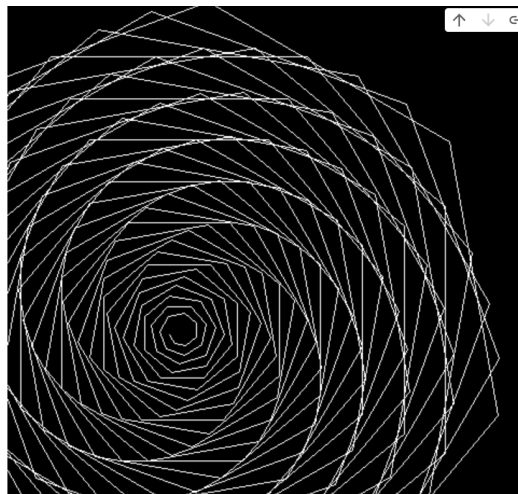


Figura 7. Fragmento que se asemeja a una nube.

Material y equipo

- El programa fue realizado en Google Colaboratory usando Python 3.9 como lenguaje.
- El sistema que se utilizó para acceder a Google Colaboratory fue una laptop de marca Lenovo, modelo Ideapad S540 con Ryzen 7 y 8 GB de RAM, con sistema operativo Windows 10.

Desarrollo de la practica

Para esta práctica se hizo el siguiente paisaje, una serie de árboles de navidad bajo la luna y las estrellas haciendo uso de varios fractales diferentes para realizar su composición.



Figura 2. Paisaje construido con fractales

Fue interesante la realización de este paisaje, ya que se probó con varias formas de los fractales proporcionado en clase, por ejemplo, el árbol a 120 grados que lo hace parecer más un triángulo o el quinto fractal que es parecido a un caparazón a 75 grados, que si bien aún parece un caparazón parece tener otras formas como la de un círculo, que puede ser utilizada como nube.

Otra parte interesante fue la creación de varios fractales mediante posiciones aleatorias para crear, por ejemplo, las estrellas en el cielo. En la siguiente función se puede ver que se asignaba un límite inferior, uno superior y también hacia los lados en entre los cuales se asignaría una cantidad determinada de fractales para representar a las estrellas:

```
def stars(num_stars, lower_lim, upper_limit, left_limit, right_limit):  
    global RGB_color  
    RGB_color = (255,255,255)  
    for i in range(num_stars):  
        ec(img, random.randrange(left_limit, right_limit, 25), random.randrange(lower_lim, upper_limit, 20),25,180,0.97,33,50, 1)
```

Figura 3. Función para la creación de estrellas en el 'paisaje con posiciones random.

Una de las partes más entretenidas fue la creación de figuras combinando varios tipos de fractales, por ejemplo, primero se hizo un pino compuesto por cuatro fractales de un árbol a 120 grados, cada uno era menor que el anterior conforme crecía excepto el que representaba el tronco que era el de menor tamaño de todos. De esta manera se siguió probando combinaciones entre fractales hasta crear un árbol de navidad en una función para repetirse en la creación de varios de estos usando la siguiente función.

```
def pine(eje_x, leaf_color, trunk_color, star_color):
    global RGB_color

    RGB_color = trunk_color
    ec(img, eje_x, 500, 12, 180, 0.7, 120, 9, 0)
    RGB_color = leaf_color
    ec(img, eje_x, 480, 35, 180, 0.7, 120, 9, 0)
    ec(img, eje_x, 440, 30, 180, 0.7, 120, 9, 0)
    ec(img, eje_x, 400, 25, 180, 0.7, 120, 9, 0)

    #Estrella
    RGB_color = star_color
    ec(img, eje_x, 320, 10, 30, 1, 50, 100, 1)

    #Esferas
    RGB_color = (random.randrange(0, 255), random.randrange(0, 255), random.randrange(0, 255))
    ec(img, eje_x, 340, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x+10, 380, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x-10, 375, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x+15, 410, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x-15, 410, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x+30, 450, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x, 450, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
    ec(img, eje_x-30, 450, 10, 180, 0.97, 33, 11, 1)
```

Figura 4. Función para la creación de árboles de navidad usando varios fractales

Algo con lo que también se experimentó fue el uso de distintos colores, a veces dentro de un mismo fractal, como puede ser la luna, si queremos que sea un sol solo tenemos que alternar entre naranja y amarillo en los colores cuando la llamada a la función sea menor de 35 para obtener un fractal como el siguiente:

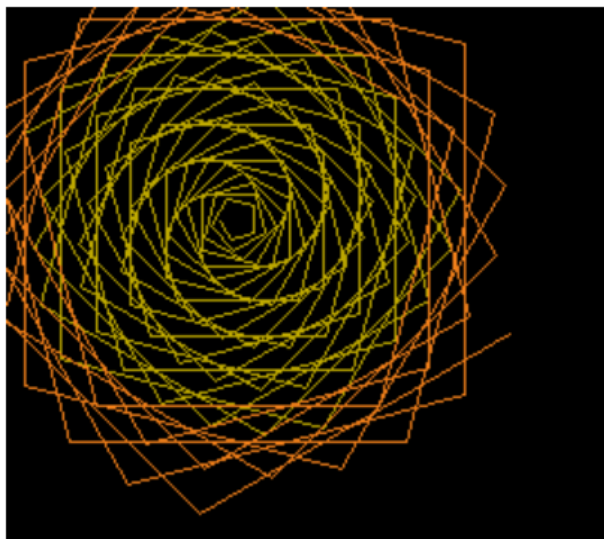


Figura 5. Fractal haciendo uso de varios colores según su nivel de recursión

También se puede utilizar los números aleatorios para tener más variedad en los colores como pueden ser las “esferas” de los árboles en el paisaje o en otra clase de paisajes tal vez no tan terrestres, como podría ser uno compuesto por los planetas en un sistema solar lejano, etc.

Conclusiones y recomendaciones

Fue una práctica bastante entretenida pues requería hacer uso de la imaginación para dibujar un paisaje con los fractales que vimos en clase y diferentes modificaciones a estas, tanto en ángulos como en tamaños o posiciones. La experimentación fue clave a la hora de hacer uso de los fractales para la creación de nuevas figuras, el realizar un árbol navideño, que va con el espíritu festivo de las próximas fechas, requirió probar con diferentes ángulos en uno de los fractales y la combinación de estos, en sí, la practica consistía en experimentar con las formas de los fractales para ir mostrando un paisaje que asemeje al mundo real mediante estos.

Bibliografía

BBC News Mundo. (2019, 1 diciembre). *Fractales: qué son esos patrones matemáticos infinitos a los que se les llama «la huella digital de Dios»*. Recuperado 18 de octubre de 2021, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50604356>

Universidad de Barcelona. (2011). *¿Qué es un Fractal?* Recuperado 18 de octubre de 2021, de http://www.ub.edu/matefest_infifest2011/triptycs/fractal.pdf