Escuela Superior de Cómputo

Reporte

Graficación del conjunto de Mandelbrot

por:

López Manríquez Ángel

Loretto Estrada Galiliea America

profesora

Claudia Jisela Dorantes Villa

18 de junio de 2019

1. Implementación

Esta sección contiene un pseudocodigo para darle una idea al lector de como hacer sus propios fractales. Comencemos por crear un lienzo con tamaño de $m \times n$ pixeles. Cada pixel representa un unico punto c, con $c \in \mathbb{C}$. Ahora, transformemos la posición del pixel en la pantalla a un numero complejo en el plano. Dadas las cordenadas de un complejo escritas como (x, y), donde el plano tiene las siguientes cotas

$$x_{min} \leq x \leq x_{max} \quad \text{y} \quad y_{min} \leq y \leq y_{max}$$

las funciones transformadoras podrian verse como

```
double trans_x (double x_min, double x, double x_max){
        return x / (m / (x_max - x_min)) + x_min;
}

double trans_y (double y_min, double y, double y_max){
        return y_max - y / (n / (y_max - y_min));
}
```

Ahora, para cada pixel en la formula, iteremos la formula $z_{n+1} = z_n + c$ hasta que z_n salga del limite del radio $n = max(n)$. Dependiendo de como quieras el color de tu fractal podrias manipular la variable n al gusto. En el ejemplo de abajo, un complejo es representado usando dos doubles, donde re es la parte real e im es el coeficiente para la parte imaginaria.

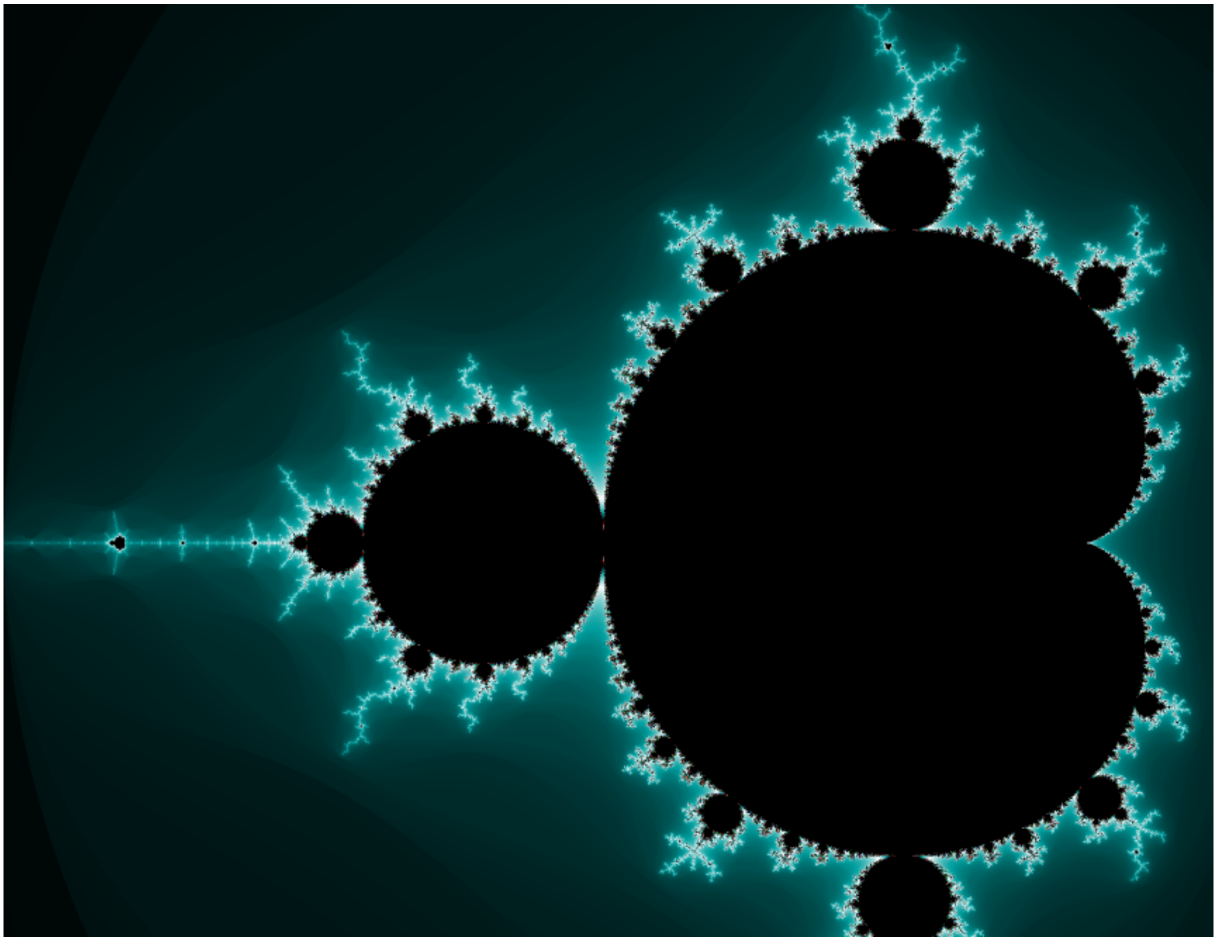
```
for (int y = 0; y < n; y++){
        for (int x = 0; x < m; x++){
                double re = 0;
                double im = 0;
                double re_old =0;
                double im_old = 0;
                double a = trans_x (x_min, x, x_max);
                double b = trans_y (y_min, y, y_max);
                int n;

                for (n = 0; pow(re, 2) + pow (im, 2) < 4 && n
                    < N_MAX; n++){
                        re_old = pow (re, 2) - pow (im, 2);
                        im_old = 2 * re * im;
```

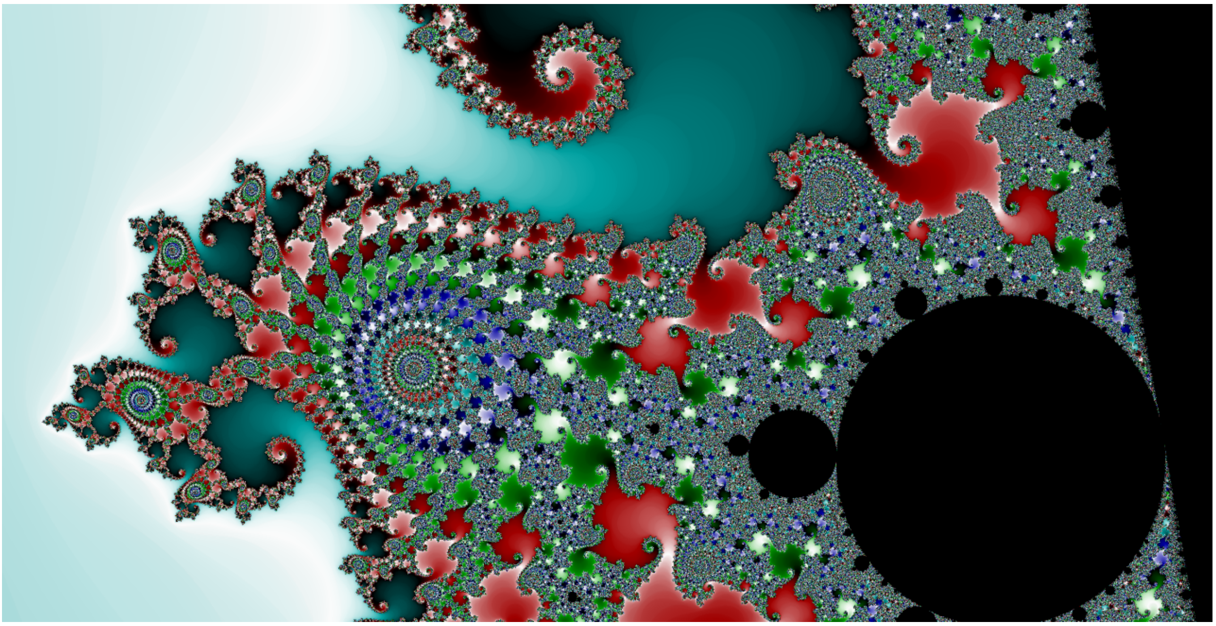
```
                    re = a + re_old;
                    im = b + im_old;
                }
                colour_pixel (x, y, n);
        }
}
```

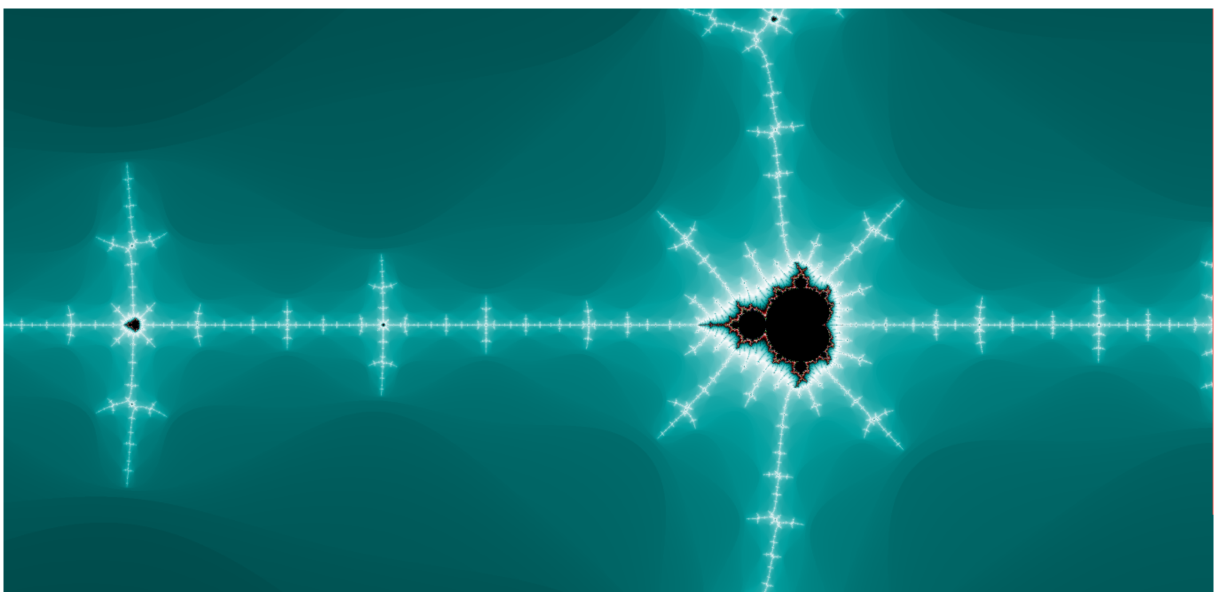
2. Pruebas

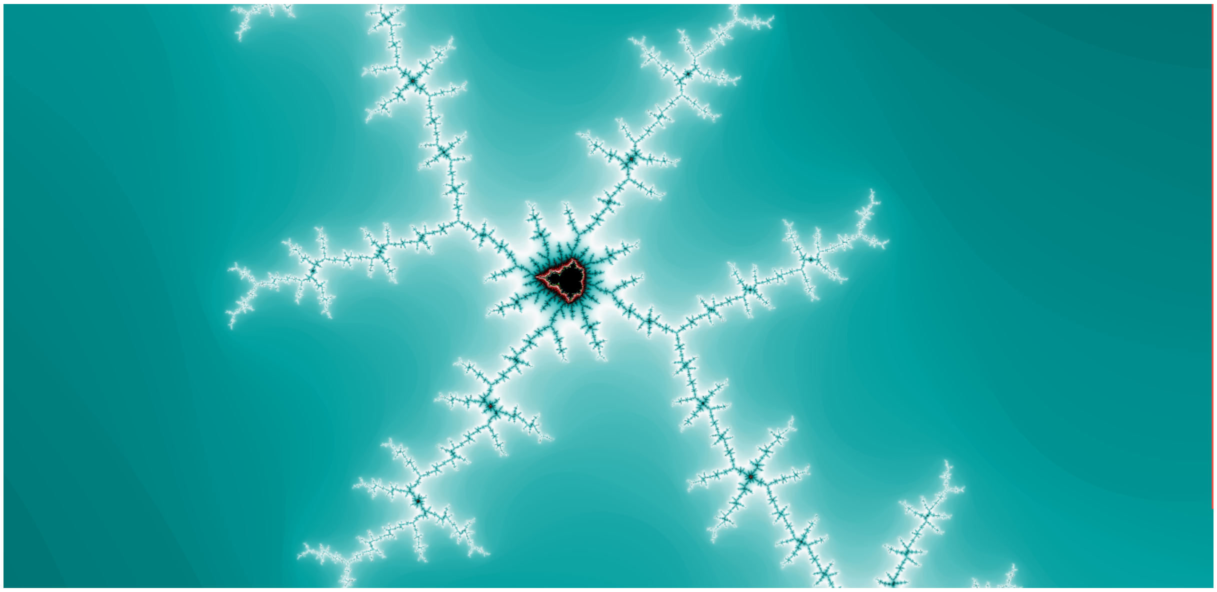
Se uso el programa *Gnofract 4d* para modelar el conjunto de Mandelbrot, aqui vemos el conjunto original



Si hacemos un enfoque un enfoque en determinadas regiones del conjunto, tenemos las siguientes imagenes







3. Historia

El conjunto de Mandelbrot y los conjuntos de Julia son conjuntos de puntos en el plano complejo. Los conjuntos de Julia fueron estudiados por los matemáticos franceses Pierre Fatou y Gastón Julia a principios del siglo XX. Sin embargo, en este momento no habían computadoras, lo que hacía prácticamente imposible el estudio de la estructura del conjunto más estrecho, ya que era necesaria una gran cantidad de potencia computacional. Sus descubrimientos quedaron en la oscuridad hasta 1961, cuando un matemático judío-polaco, llamado Benoit Mandelbrot inició su investigación en IBM. Su tarea fue para reducir el ruido blanco que perturbó la transmisión en las líneas de telefonía. Parecía que los ruidos venían en ráfagas , a veces había un montón de perturbaciones, y a veces no había ninguna perturbación en absoluto. Además, si examinaba un periodo de tiempo con muchos problemas de ruido, aun se podían encontrar periodos sin ruido. ¿Podría ser posible elaborar un modelo que se explica cuándo hay ruido o no? Mandelbrot adoptó un enfoque bastante radical al problema en cuestión y eligió para visualizar los datos. Los resultados muestran en una estructura con auto-similitud en todas las escalas. Esto es llamado un fractal. Hay muchos tipos de fractales, pero lo que todos ellos tienen en común son signos de auto-similitud. Eso significa, que cuando usted amplía el fractal, usted notará que algunos patrones se repiten. El primer fractal estudiado por Mandelbrot fue de hecho el fractal generado por ruido blanco de las líneas de telefonía, también conocido como el polvo del fractal de Cantor.