Conjunt de Mandelbrot P25476_ca

Donats dos nombres complexos c i z, sigui $f_c(z) = z^2 + c$. Donat un complex c, considereu la seqüència infinita $f_c(0), f_c(f_c(0)), \ldots$ Per definició, el conjunt de Mandelbrot està compost pels valors de c tals que la seva seqüència infinita està afitada en valor absolut. Per exemple, amb $c = -2$ obtenim $-2, 2, 2, 2, \ldots$, la qual està afitada. En canvi, amb $c = 1$ obtenim $1, 2, 5, 26, \ldots$, la qual tendeix a infinit. Per tant, -2 pertany al conjunt però 1 no.

Sigui $c = x + yi$, i sigui $q(c) = x^2 + y^2$. En general, donat un c, no és senzill determinar si pertany al conjunt. Però se sap que cap c tal que $q(c) > 4$ hi pertany. Així que aquí usarem una aproximació molt usual: Per a cada punt c en qüestió, anirem comprovant que $q(c) \leq 4$, que $q(f_c(0)) \leq 4$, que $q(f_c(f_c(0))) \leq 4$, com a molt k vegades. Si, en algun moment, la condició no es compleix, sabrem segur que el nombre no pertany al conjunt. Altrament, si la condició es compleix k vegades, suposarem que sí que hi pertany. Com mes gran sigui k, menys errors cometrà el programa, però a canvi més temps trigarà.

Feu un programa que dibuixi una zona del conjunt de Mandelbrot amb dos colors: un per als punts de dins del conjunt i l'altre per als de fora del conjunt.

Entrada

L'entrada consisteix en dos noms de colors c_1 i c_2, seguits de sis enters x_1, x_2, y_1, y_2, e, i k. Suposeu $x_1 < x_2$, $y_1 < y_2$, $e \geq 1$, i $k \geq 1$.

Sortida

Genereu una imatge $(x_2 - x_1 + 1, y_2 - y_1 + 1)$. El paràmetre e indica l'escalat de la imatge: Les x a considerar són x_1/e, $(x_1 + 1)/e, \ldots, (x_2 - 1)/e$, i x_2/e, i de forma similar amb les y. (Com a mostra, el primer exemple d'entrada té les x entre -1.5 i 0.7, i les y entre -1 i 1, ambdues dimensions amb increments de 0.01.) Per a cada punt $p = (x, y)$, comenceu en $c = x + yi$. Si es compleix la condició mencionada anteriorment k vegades, llavors cal pintar el punt p de color c_1; altrament de color c_2.

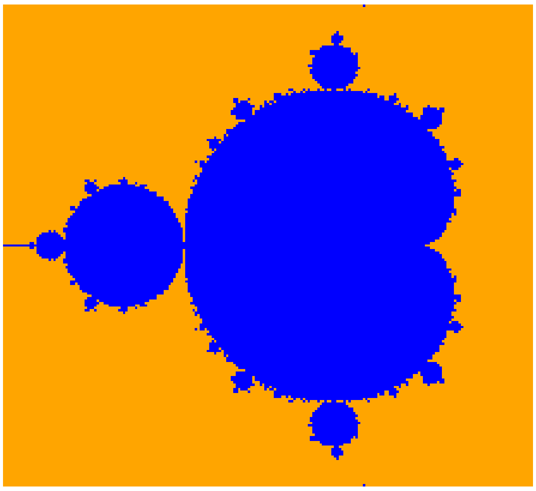
Observacions

- Recordeu que $(\alpha + \beta i) + (\gamma + \delta i) = (\alpha + \gamma) + (\beta + \delta)i$.
- Recordeu que $(\alpha + \beta i) \cdot (\gamma + \delta i) = (\alpha \cdot \gamma - \beta \cdot \delta) + (\beta \cdot \gamma + \alpha \cdot \delta)i$.
- Els càlculs per fer aquest dibuixos són costosos. Per això els paràmetres dels jocs de proves són moderadament grossos. Proveu d'executar el vostre programa amb més punts de resolució i una k més grossa per obtenir imatges més precises.

Exemple d'entrada 1

```
Blue
Orange
-150
70
-100
100
100
160
```

Exemple de sortida 1



(221×201)

Exemple d'entrada 2

```
Magenta
Cyan
-1200
-800
180
320
1000
100
```

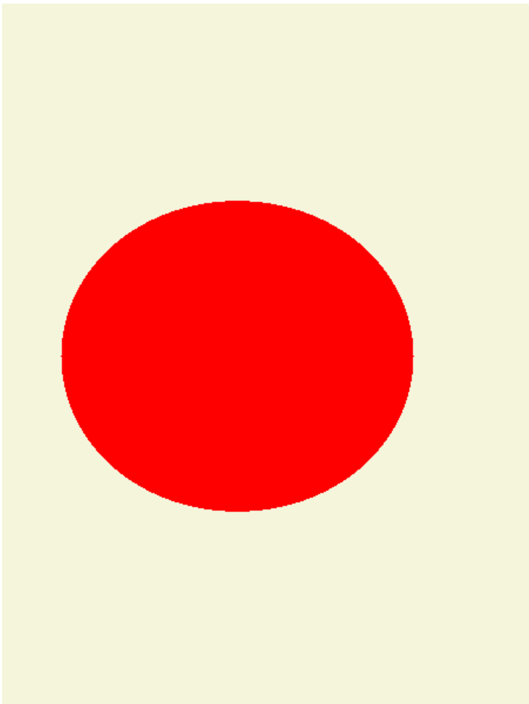
Exemple de sortida 2

(401×141)

Exemple d'entrada 3

```
Red
Beige
-250
200
-300
300
100
2
```

Exemple de sortida 3



(451×601)

Exemple d’entrada 4

```
DeepPink
Yellow
100
400
-700
-400
1000
60
```

Exemple de sortida 4

(301×301)

Informació del problema

Autoria: Salvador Roura

Generació: 2026-01-25T10:25:57.370Z