

3. laboratorijska vježba iz predmeta  
Računalna animacija

# Is crtavanje 3D fraktala pomoću sjenčara

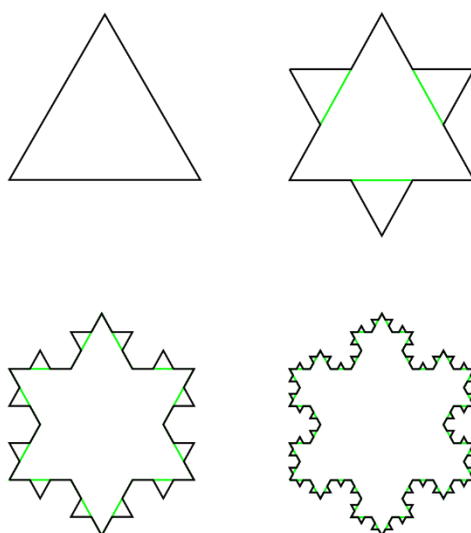
Ante Miličević  
0036505917  
Siječanj 2022.

## FRAKTALI

---

Fraktali su objekti koji daju jednaku razinu detalja neovisno o razlučivosti koja se koristi. Većina fraktala koje danas poznajemo definirana je jednostavnim matematičkim formulama ili kao samoponavljajući uzorak.

Fraktale možemo pronaći i u prirodi npr. u strukturi drveća i paprati. Baš zato što su česti u prirodi koriste se i u računalnoj animaciji koja reflektira stvarnost i to pri generiranju fraktalnih objekata (npr. drveće), generiranju terena.



*Slika 1 Kochova pahuljica sa nekoliko prvih iteracija, izvor: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)*

Fraktal koji će se iscrtavati u vježbi je 3D fraktal Mandelbulb zadan s formulom:

$$p_{k+1} = (x, y, z)_{k+1} = (x, y, z)_k^n + (x, y, z)_0$$

Gdje je  $k$  korak iteracije, a  $n$  potencija kojom kreiramo fraktal, u većini primjera na internetu to je 8.

## MARŠIRANJE ZRAKOM (ENG. RAY MARCHING)

Marširanje zrakom je tehnika sjenčanja koja je upotrebljena u ovom projektu kako bi se izvršilo bojanje fraktala.

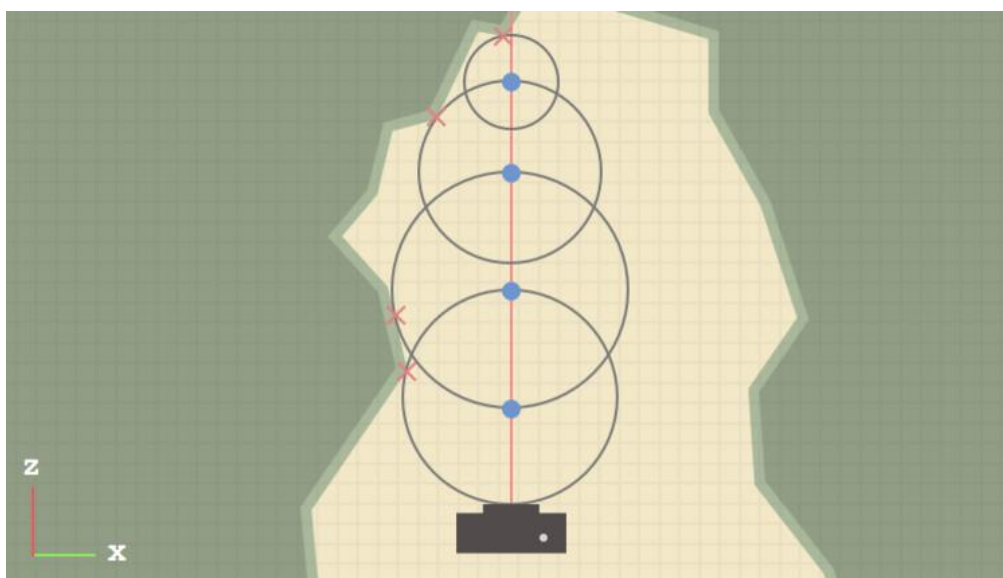
Pošto „ispaljivanjem“ zrake iz kamera mi ne znamo gdje se nalazi najbliža točka izvoru zrake koja se nalazi u skupu fraktala, tu točku otkrivamo tehnikom marširanja zrakom. Tu tehniku možemo iskoristiti zato što postoji formula koja nam daje procjenu minimalne udaljenosti na kojoj se sigurno ne nalazi točka koja pripada Mandelbulb skupu:

$$d|p|_k = |p|_k^{n-1} * n * d|p|_{k-1} + 1, d|p|_0 = 1$$

$$DE(p_0) = 0.5 * \frac{|p|_k * \log(|p|_k)}{d|p|_k}$$

gdje je  $d|p|_k$  derivacija promjene modula vektora u formuli Mandelbulb fraktala kroz korake.

Dakle, marširanje zrakom je metoda u kojoj dok nam funkcija procjene daje vrijednost veću od neke male udaljenosti znači da nismo došli do ruba vidljivog objekta sa traženom zrakom. Moguće je da takvim kretanjem izađemo iz vidljivog područja i treba se pripaziti i na to.



Slika 2 Prikaz metode marširanja zrakom, izvor: michaelwalczyk.com

## PROJEKT

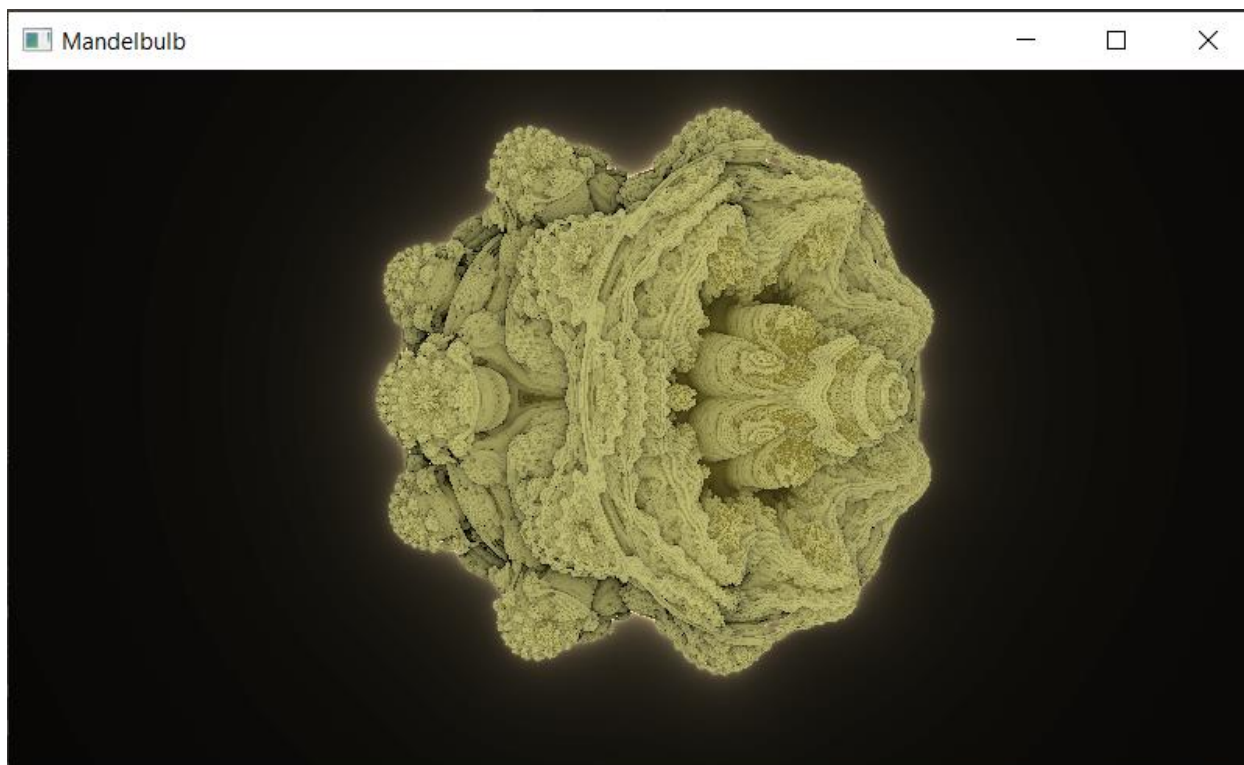
---

U ovom projektu zadatak je bio iscrtati 3D Mandelbulb fraktal pomoću sjenčara uz korištenje knjižnice OpenGL. Sjenčar je pisan u glsl formatu.

### UPUTE ZA POKRETANJA

Nakon kreiranja izvršnog koda iz izvornog koda projekta pomoću naredbe „cmake“ i „make“ za pokretanje projekta potrebno je pokrenuti datoteku „Projekt.exe“ iz glavnog direktorija projekta radi učitavanja programa sjenčara.

Pokretanjem programa trebao bi se podići slijedeći prozor.



Kontrole unutar programa su slijedeće:

- W – kretanje naprijed
- S – kretanje unatrag
- A – kretanje lijevo
- D – kretanje desno
- Klik i povlačenje mišem – rotacija u smjeru povlačenja

- Razmaknica – povećani faktor kretanja (ubrzanje)
- P – promjena potencije pri izračunu fraktala u rasponu od [-2, 18]