

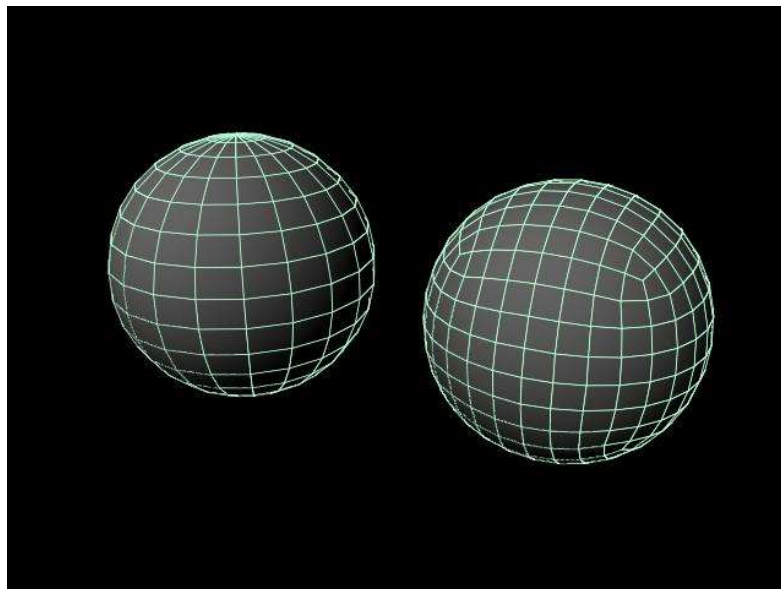
Prvi domaći zadatak

Zadatak se radi upotrebom grafičke biblioteke OpenGL verzija 4 ili veća, i odgovarajuće verzije jezika za senčenje. Preporučuje se upotreba jezika Java i okruženja koje je korišćeno u toku nastave, ali studenti imaju slobodu da realizuju rešenje zadatka u programskom jeziku i razvojnom okruženju po izboru. Domaći zadatak studenti rade samostalno.

Napomena: Prvi i drugi domaći zadatak se brane u ispitnom roku, u terminu koji će naknadno biti objavljen.

Postavka zadatka

Realizovati program koji predstavlja simulaciju planete Zemlje. Samu Zemlju modelovati kao sferu nastalu zaokruživanjem kocke (eng. *Cube Sphere* [1]). Za razliku od standardne mreže trouglova, ova tehnika obezbeđuje približno ravnomeran nivo detalja na celoj površini sfere.

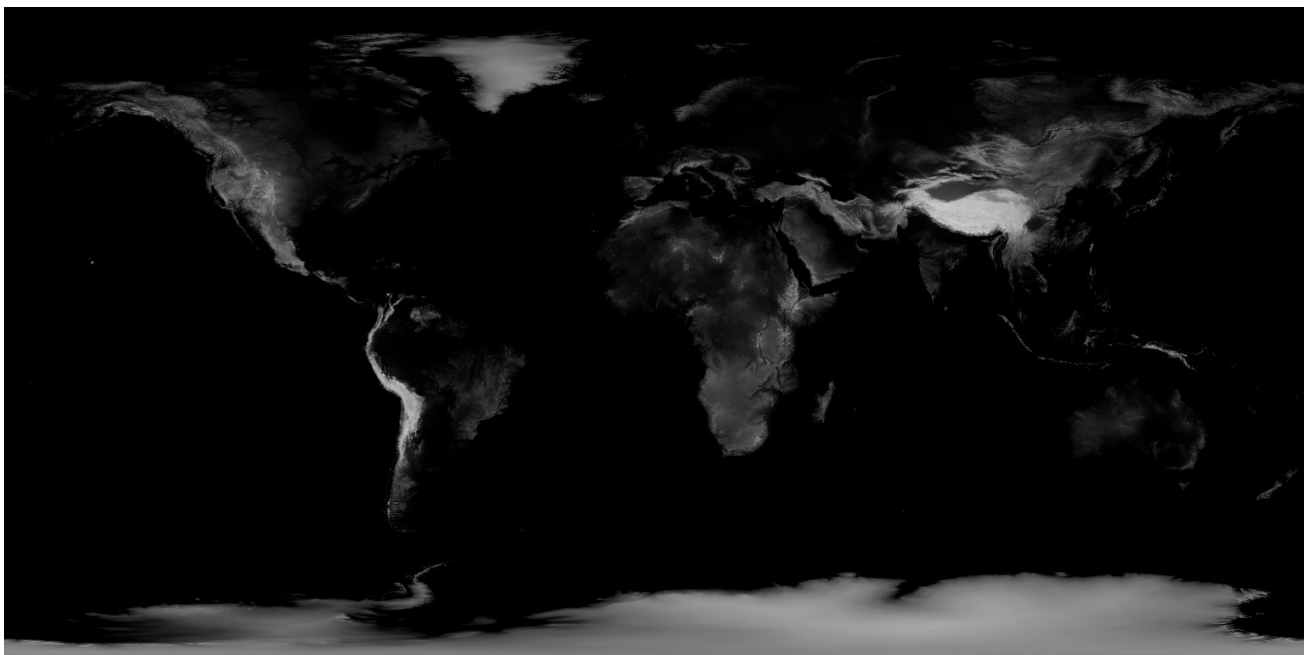


Slika 1. Sfera nastala od mreže trouglova (levo) i sfera nastala od kocke (desno)

Kao što se može videti sa prethodne slike, razlog za neravnomeran nivo detalja kod leve sfere je taj što standardna tehnika ne obezbeđuje ravnomeran raspored temena, već se većina njih grupiše oko polova sfere što dovodi do toga da je nivo detalja oko polova veći nego na ostatku površine sfere. Prilikom realizacije sfere napomenutom metodom potruditi se da temena budu **što ravnomernije raspoređena**. Nakon primene postupka *Cube Sphere*, dobijenu sferu modifikovati korišćenjem sledećih tekstura.



Slika 2. Tekstura planete Zemlje



Slika 3. Mapa visina planete Zemlje

Slika 2 predstavlja teksturu koja određuje boju svakog piksela sfere. Slika 3 predstavlja mapu visina (engl. *Height Map* [2]). Mapa visina je paleta sivih boja koja se koristi za generisanje visine terena. Svaki tekсел predstavlja elevaciju u odnosu na određeni referentni nivo, gde bela boja predstavlja maksimalnu elevaciju, dok crna boja predstavlja minimalnu elevaciju. Potrebno je iskoristiti ovu teksturu za generisanje samog terena planete Zemlje tako što će određeni čvorovi sfere imati određenu elevaciju u odnosu na površinu same sfere.

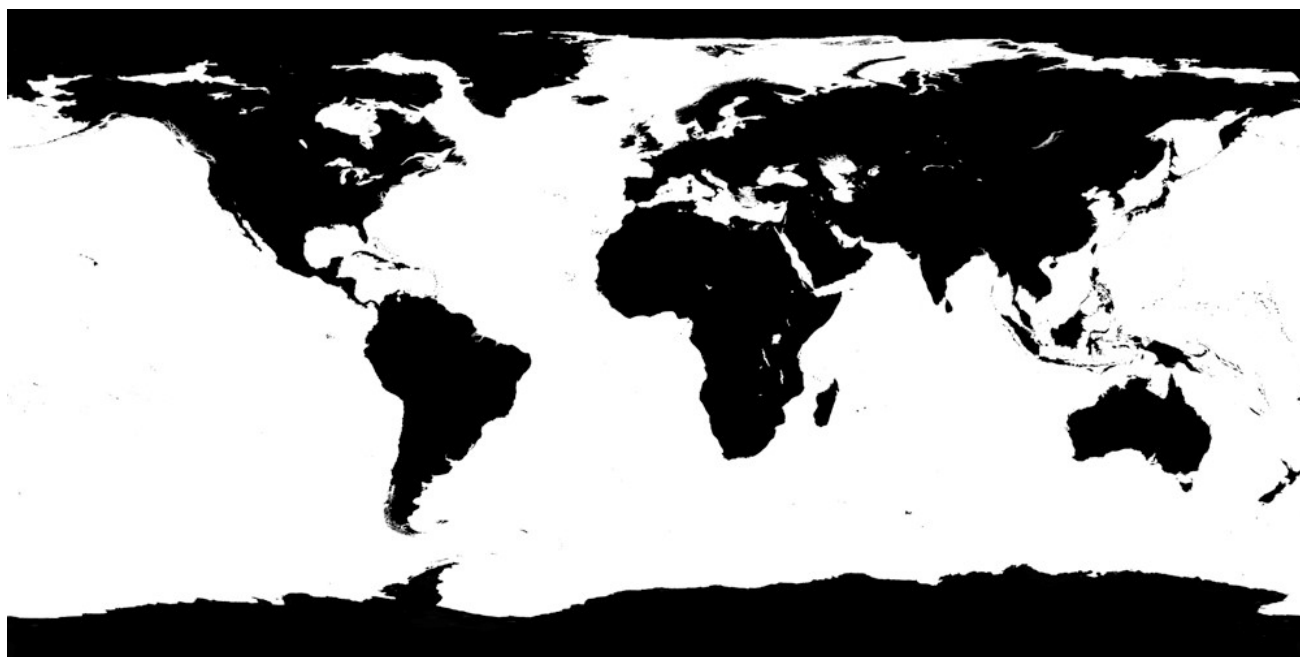
Ukoliko se posmatra tačka $T(x, y, z)$ na površini sfere sa centrom u tački $C(c_x, c_y, c_z)$ i poluprečnikom r , UV koordinate tačke T za pristup teksturama se mogu odrediti pomoću sledećih formula [3]:

$$u = \frac{\theta + \pi}{2\pi}, v = \frac{\phi}{\pi}$$

gde su θ i ϕ

$$\theta = \text{atan}(-(z - c_z), x - c_x), \quad \phi = \text{acos}\left(-\frac{y - c_y}{r}\right)$$

Prilikom crtanja planete Zemlje primeniti Fongov model senčenja. Zbog jednostavnosti, pretpostaviti da u svakoj tački na površini planete vektor normale uzima pravac i smer od centra planete ka datoj tački na površini planete. Celokupnoj sceni dodati jedan tačkasti izvor svetla bele boje na proizvoljnoj poziciji. Za spekularni deo Fongovog senčenja iskoristiti sledeću spekularnu teksturu koja sadži informaciju o tome koliki odsjaj ima svaki deo površi planete Zemlje (crna boja predstavlja najmanji odsjaj, dok bela boja predstavlja najveći odsjaj).



Slika 4. Spekularna mapa planete Zemlje

Samu planetu pozicionirati u koordinatnom početku i obezbediti opcije uveličavanja (engl. *zoom*) i rotiranja oko X ili Y ose. Korisnik okretanjem srednjeg tastera miša može da se približava ili udaljava od sfere. Ukoliko korisnik drži levi taster miša i pomera kursor u horizontalnoj ravni, kamera rotira oko Y ose koordinatnog sistema, odnosno ukoliko pomera kursor u vertikalnoj ravni kamera rotira oko X ose koordinatnog sistema.

Poslednje što je potrebno dodati je "svemir", odnosno vizuelno okruženje generisanoj planeti, korišćenjem *Skybox* efekta [4]. Za ovaj efekat se može iskoristiti *cube map* tekstura na sledećoj slici.



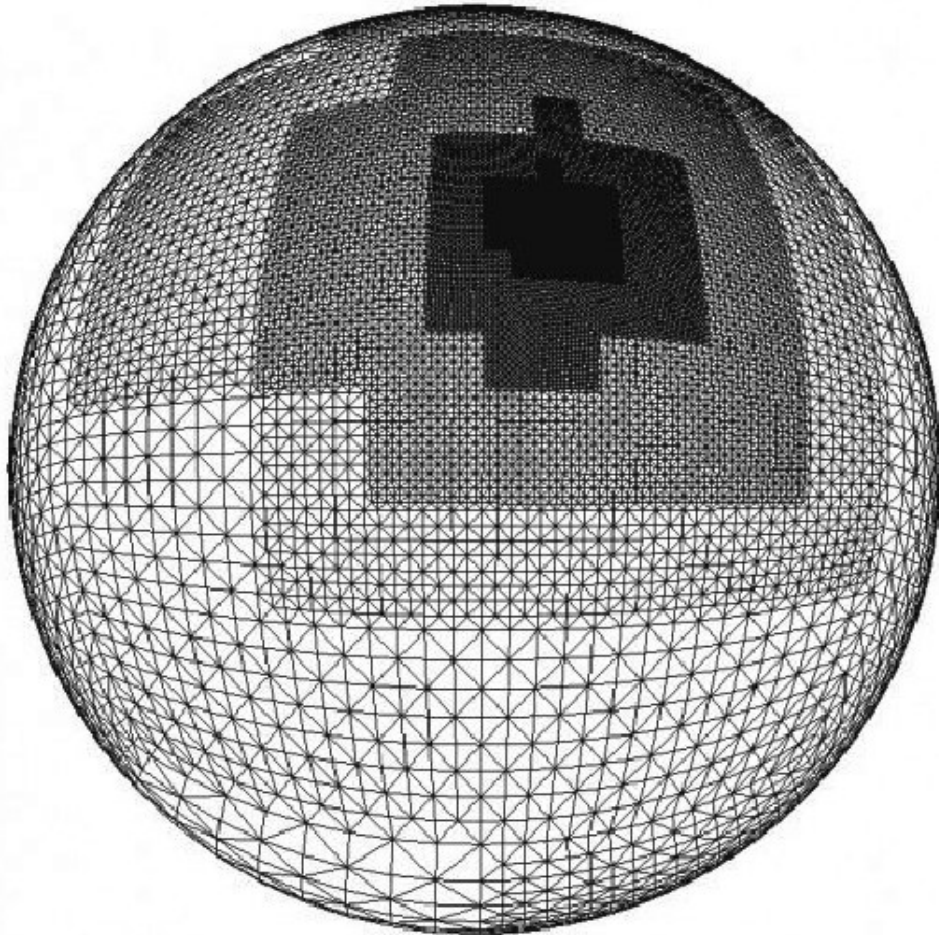
Slika 5. Tekstura koja predstavlja vizuelno okruženje generisane planete

Način bodovanja

- (35) Generisanje sfere od kocke
- (10) Primena teksture za bojenje
- (15) Primena teksture visina
- (15) Fongov model senčenja
- (5) Mogućnost rotiranja oko X i Y osa
- (5) Mogućnost zumiranja
- (15) Skybox efekat

Potencijalna tema za seminarski rad

Crtanje navedene sfere se može optimizovati korišćenjem nekih od LOD (engl. *Level of detail* [5]) tehnika. Jedna od takvih bi mogla da bude da se stranice sfere, odnosno kocke, koje su okrenute kameri ili su najbliže kameri, podele na više primitiva nego stranice koje to nisu. Primer ovoga je dat na sledećoj slici.



Slika 6. LOD optimizacija

Ovim se obezbeđuje da površine okrenute kameri i dalje imaju veliki nivo detalja, ali tako da nema nepotrebnog zauzeća računarskih resursa. Jedna od mogućih tema za seminarski rad jeste napraviti pregled ovakvih tehnika i kada i gde se one mogu primenjivati.

Literatura

- [1] J. Flick, "Cube Sphere," Catlike Coding, [Online]. Available: <https://catlikecoding.com/unity/tutorials/cube-sphere/>. [Accessed 2 12 2020].
- [2] "Heightmap - Wikipedia," [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Heightmap>. [Accessed 2 12 2020].
- [3] [Online]. Available: <https://people.cs.clemson.edu/~dhouse/courses/405/notes/texture-maps.pdf>. [Accessed 2 12 2012].
- [4] "Skybox," [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Skybox_\(video_games\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Skybox_(video_games)). [Accessed 2 12 2020].
- [5] "Level of detail," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Level_of_detail. [Accessed 2 12 2020].