

Ravan, disk i animacija kosog hica

Irhad Šarić

Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu

Kopmjuterska grafika

irhad.saric@hotmail.com

Abstract – U ovom radu će biti opisan način na koji se može prikazati ravan koristeći ray tracing. Pored toga bit će pokazano kako da se napravi animacija kosog hica, tj. sa određenog mjesta će biti ispaljena sfera na ravan i opisan će se način njenog kretanja.

I. UVOD

Ray Tracing je jednostavna i moćna surface rendering (u slobodnom prevodu rendering površine) tehnika koja se u računarskoj grafici koristi za dobijanje foto-realističnih slika, ali za procesiranje zahtijeva mnogo vremena. Ray Tracing predstavlja globalizaciju Ray Casting procedure. Postupak se zasniva na praćenju zraka svjetlosti (engl. *rays*) i njihovoj interakciji sa objektima u sceni u cilju računanja globalnog osvjetljenja scene.

Za perspektivnu projekciju pogleda scene, za svaku vidljivu tačku, željeli bismo odrediti koliko svjetlosti dolazi na nju sa drugih objekata u sceni. Sa jedne referentne tačke projekcije se šalje zraka koju, nakon što je pogodila prvi vidljivi objekat u sceni, nastavljamo da bacamo uokolo, skupljajući pri interakciji sa drugim objektima scene različite vrijednosti intenziteta svjetlosti. Nakon što zraka pogodi površinu prvog objekta moguće je odrediti njegovu iluminaciju (osvjetljenje) na tački dodira. Potrebni parametri za izračunavanje iluminacije na tački dodira su: osobine površine, relativna pozicija površine u sceni, boja, pozicija i karakteristike izvora svjetlosti te pozicija i orijentacija ravni gledanja. Tri nova tipa zraka mogu da se generišu nakon prvog kontakta sa objektom: refleksija (engl. *reflection*), refrakcija (engl. *refraction*) i sjena (engl. *shadow*). Tip koji se generiše zavisi od osobina površine objekta kojeg je zraka pogodila. Reflektovana ili refraktovana zraka, nazvana još i secondary ray (druga zraka) putuje dalje dok ne stupi u dodir sa sljedećim objektom ili izvorom svjetlosti. Doprinosi intenzitetu piksela se skupljaju na objektima interakcije.

Ray Tracing počiva na zakonima geometrijske optike. Zrake svjetlosti sa površina u sceni proizilaze, tj. emituju se u svim smjerovima, i neke od njih će proći kroz piksel pozicije na raster displeju (projekcionoj površini). Zraka koje se emituju može biti beskonačno mnogo. Zato, da bi odredili doprinose intenzitetu piksela, sa piksel pozicije pratimo zraku svjetlosti nazad u scenu. U osnovnom Ray Tracing algoritmu, jedna povratna zraka se generira za svaki pojedni piksel.

II. RAVAN

Ravan može biti definisana tačkom koja leži na njoj i vektorom normale. Neka je Q tačka koja leži na ravni i neka je \vec{n} vektor normale. Tačka P je na ravni ako vrijedi da je :

$$\vec{n} \cdot (P - Q) = 0$$

Neka je ray definisan tačkom E odakle se ispaljuje i tačkom D prema kojoj se ispaljuje. Sada je jednačina zrake data sa:

$$R(t) = E + tD, t \geq 0$$

Kada se traži presjek zrake sa objektom, traži se presječna tačka sa najmanjom nenegativnoj vrijednošću t .

III. DISK

Disk je definisan centrom Q , radijusom r i vektorom normale \vec{n} . Nalaženje presječne tačke zrake i diska radi se na isti način kao kod ravni nakon čega se odbacuju tačke koje ne zadovoljavaju uslov:

$$(P - Q) \cdot (P - Q) \leq r^2$$

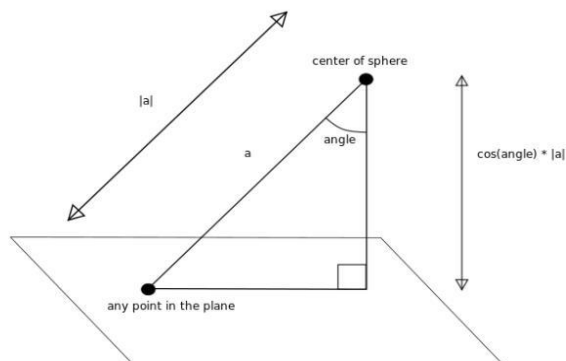


Slika 1. Ravan i disk

Na Slici 1. se može vidjeti ravan koja prolazi tačkom $(0, 0, 0)$ i okomita je na xz-ravan. Također se može vidjeti dio diska koji prolazi kroz tačku $(0, 0, 0)$ i leži u ravni xz.

IV. PRESJEK SFERE I RAVNI

Kod pravljenja animacije za kosi hitac potrebno je ispitati da li sfera udara ravan, tj. da li se sfera siječe ravan.



Slika 2. Računanje udaljenosti centra sfere od ravni

Neka je Q centar sfere, P tačka ravni i \vec{n} vektor normale ravni. Uvodi se novi vektor koji je definisan kao:

$$\vec{a} = Q - P$$

Skalarni proizvod vektora \vec{n} i \vec{a} izgleda ovako:

$$\vec{a} \cdot \vec{n} = |\vec{a}| * |\vec{n}| * \cos(\vec{a}, \vec{n})$$

Pošto je potrebno izračunati najmanju udaljenost između sfere i ravni, odnosno $|\vec{a}| * \cos(\vec{a}, \vec{n})$ dovoljno je da se prethodna formula podijeli sa $|\vec{n}|$, nakon čega se dobija tražena udaljenost:

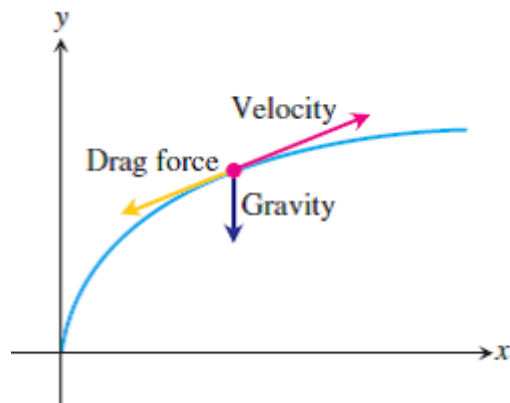
$$\frac{\vec{a} \cdot \vec{n}}{|\vec{n}|} = |\vec{a}| * \cos(\vec{a}, \vec{n})$$

Do presjeka između sfere i ravni dolazi ako je:

$$\frac{\vec{a} \cdot \vec{n}}{|\vec{n}|} \leq r$$

V. KOSI HITAC

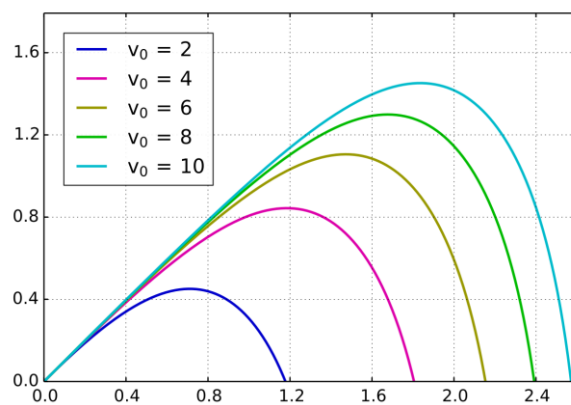
Kosi hitac je složeno kretanje nastalo kada vektor početne brzine izbačenog tijela (u ovom slučaju sfera) zatvara oštri ugao prema vodoravnoj ravni. Putanja tijela ima oblik parabole s tjemenom na vrhu. Na izbačeno tijelo djeluje vektor kose početne brzine te ubrzanje zemljine sile teže.



Slika 3. Prikaz sila koje djeluju na ispaljeni objekat

Hitac je izbačaj tijela u prostor i složeno kretanje koje nastane kada na izbačeno tijelo djeluje sila teže. Ovisno o smjeru vektora početne brzine prema sili teže, hitac može biti horizontalni ili vodoravni (kretanje materijalne tačke koja je izbačena vodoravno u polju sile teže), okomiti (kretanje materijalne tačke koja je izbačena u polju sile teže okomito prema gore ili prema dolje) i kosi (kretanje materijalne tačke koja je izbačena u polju sile teže pod ostrim kutom prema vodoravnoj ravni).

Ako je otpor zraka zanemariv, putanja kretanja je parabola.



Slika 4. Grafički prikaz kosog hica uz otpor vjetra

VI. REFERENCE

- [1] Suffern, K. (2007). Ray Tracing from the Ground Up. New York: A K Peters/CRC Press, <https://doi.org/10.1201/b10675>
- [2] Shirley, P. (2016). Ray Tracing in One Weekend.