
Vuk Janjić

TERRAGEN – 3D vizuelizacija terena

Na polju generisanja terena postoji dosta radova, ali veoma mali broj je veću pažnju posvetio interakciji sa korisnikom u realnom vremenu. Ovo podrazumeva veoma brz sistem obrade zahteva i generisanja slike. Cilj ovog projekta je da na standardnom PC hardveru omogući prikaz terena u tri dimenzije i učini ga interaktivnim, u realnom vremenu, sa podrškom za slojeve terena – sistem layera. Program omogućava izračunavanje novih prostornih položaja virtuelnih objekata brzinom koju zahteva real-time – broj frejmova u sekundi je veći ili jednak 24.

Uvod

Cilj projekta je predstavljanje trodimenzionalnog terena, kojim je moguće manipulirati u realnom vremenu (gde je kao parametar uzet broj iscrtaavanja novih slika u sekundi – *frame-rate*. Ljudskom oku je dovoljno 24 takva iscrtaavanja da bi se stekao utisak realne glatke animacije). Pored ovoga, dodatni cilj je i dobijanje specifičnih informacija sadržanih u opisu terena na osnovu jednostavnih upita – npr. presek terena po slojevima. Postoji dosta radova na temu vizuelizacije terena. Takođe je i dosta algoritama za generisanje na raspolaganju. Ulazni podaci koje ovakvi programi očekuju mogu biti različiti. Tri osnovna tipa tih podataka su:

Slika, gde pozicija tačke u slici predstavlja koordinatu reljefa, a boja piksela predstavlja visinu na tim koordinatama.

3d model, napravljen u nekom od programa za 3D modelovanje. To su uglavnom formati tipa *.x*, *.lwo*, *.3ds*, *.ma*, *.mb*. Oni sadrže u sebi već gotov objekat koji samo treba prikazati na ekranu. Ovde nije potrebno neko dodatno proračunavanje i obrađivanje podataka.

Niz numeričkih vrednosti, odnosno fajl koji saдрži niz brojeva formatiran tako da ga program razume. Brojevi predstavljaju *x*, *y* i *z* prostorne pozicije određenih tačaka terena. Od tačaka se kasnije, njihovim povezivanjem, pravi objekat koji će biti prikazan na ekranu.

Jedan od programa ovog tipa je Surfer firme Golden Software. Surfer na primer radi prikaz reljefa u tri dimenzije. Kao ulazne podatke prima broječne podatke, koje iscrtaava iz zadatog ugla. Taj ugao se može menjati upisivanjem novih koordinata kamere, što je vrlo nezahvalno za potrebe brzog pregleda celog terena ili izučavanja njegovih delova, jer se rendering (proces iscrtaavanja slike na osnovu zadatog niza tačaka u virtuelnom prostoru) ne vrši u realnom vremenu, nego tek na zahtev. TruFlite takođe ima isti problem.

Takođe nailazimo na problem “tečnog” prikaza, jer nije lako postići 24 sličice u sekundi, tj. 24 nova izračunavanja koja su neretko veoma kompleksna. Uvek postoji dilema da li raditi u korist brzine ili kvaliteta (a samim tim na uštrb onog drugog) finalnog proizvoda, jer veća brzina automatski znači slabiji kvalitet generisane slike. Mada, to se donekle može izbeći optimizacijom algoritama, tj. smanjivanjem broja izračunavanja potrebnih za obradu korisničkog zahteva.

Implementacija

Za realizaciju projekta korišćene su Microsoft DirectX i Direct3D grafička biblioteka. Korišćen je programski jezik C++. Ceo projekat je osmišljen tako da se sastoji od glavnog dela, koji se koristi za prikazivanje rezultata, i dodataka tj. plug-inova (plug-in je dodatak osnovnog programa koji mu dodaje nove mogućnosti), koji se koriste da obrade podatke i vrte ih glavnom programu.

Glavni deo je DirectX prozor na kome se iscrtaavaju rezultati proračuna. Ovde je moguće menjati re-

Vuk Janjić (1986), Beograd, Zdravka Jovanovića 109, učenik 3. razreda Trinaeste beogradske gimnazije

zoluciju prikaza, kao i prebacivati režim renderovanja – hardver ili softver. U hardver režimu koriste se specifične mogućnosti modernih video kartica za 3D rendering, dok u softverskom režimu sva proračunavanja radi glavni procesor računara.

Osnovni plug-in je TerrainCreator. Ulaz koji ovaj plug-in očekuje je slika .bmp formata, iz koje se izvlače informacije o profilu terena. Dalje, on te informacije, kao i podatke o rezoluciji slike i njene veličine u prostoru, koja se izračunava na osnovu rezolucije, zapisuje u novi fajl, iz koga će posle biti generisan teren. Ovo se radi zbog kasnijeg smanjivanja broja proračuna. Naime, nema potrebe ponovo vršiti ovu operaciju (određivanje prostornih pozicija i položaja), već se ti podaci jednostavno čitaju iz već gotovog, tj. generisanog fajla. Ovde postoji ugrađena kontrola skaliranja terena u prostoru po sve tri ose. Pri otvaranju takvog fajla vrši se čitanje i povezivanje ključnih tačaka – verteksa, kojima se definiše gde i kako će taj teren biti prikazan na ekranu. Svaki verteks sadrži vektorske informacije o svojoj poziciji u prostoru, o koordinatama na teksturi (boja kojom će biti obojen neki objekat) koja će biti dodeljena terenu, ili jednom njegovom delu. Verteks sadrži i vektor normale na objektu u toj tački. Normale se koriste kasnije pri određivanju uticaja svetla i senki na objekat. Prostorne pozicije x i z se generišu na osnovu veličine slike, a y (visina) se određuje normalizacijom vrednosti (boje piksela) zapisanih u fajlu. Spajanjem verteksa određenim redosledom, dobija se poligonalna mreža (poligon je jedan od osnovnih delova svakog objekta u 3D render modelima) reljefa. Jedan poligon čine tri verteksa. Algoritam za generisanje poligona generiše po dva poligona odjednom takođe zbog optimizovanja koda.

Takođe je omogućeno dodavanje, odnosno oduzimanje, layera (slojeva) terena, tj. vrste zemljišta, sa korekcijom pozicije u prostoru.

TerrainModifier iscrtava sliku na osnovu vrednosti visina tačaka na terenu, čime se dobija crno-bela kopija originalne slike, spremne za obradu. Na toj slici je moguće označiti, po obe ose, linije preseka u kojima želimo da vidimo sastav terena po slojevima. Tu možemo da dobijemo informacije o sastavu svakog sloja posebno, u zavisnosti od toga koji sloj je odabran, što se svodi na odabir pojedinačnog poligona, zasnovanog na presecanju njegove površine i zraka koji se “ispaljuje” sa pozicije miša na ekranu u virtualni prostor.

Mogućnost prikazivanja sastava zemljišta po slojevima, u bilo kojoj tački na generisanom terenu koriste algoritam sličan onome za generisanje samog terena, ali u dve dimenzije.

DirectX radi sa “realnim” objektima u virtuelnom svetu, kao što su svetla, kamere, 3d modeli (meshevi), teksture, itd. Sem što omogućava njegovu vizuelizaciju, projekat omogućava i kretanje kroz 3D svet po virtuelnom terenu. Takođe omogućava kontrolu svetala, prikaza dodatnih informacija, kontrolu prikaza geometrije, menjanje načina rendera, itd.

Kamera, kao jedan od osnovnih elemenata u 3D prostoru se može kontrolisati pomoću:

- tastature
- miša

Mišem se vrši rotacija kamere po x i y osama. Kamera ima mogućnost podešavanja naprednih opcija, tipa fokalna dužina, aspekt, otvor blende, itd.

Omogućen je prikaz ceelog terena na tri načina (tri tipa rendera):

- Point – prikaz samo verteksa
- Wireframe – prikaz žičanog modela, tj. verteksa spojenih linijama, odnosno «žicama»
- Solid – prikaz čvrstih objekata

Takođe je moguće vršiti sakrivanje nevidljivih površina, tj. polygon culling na tri načina:

- None – prikaz svih poligona mesha
- CCW (Counter-Clock-Wise) – sakrivanje poligona čija je normala dobijena spajanjem verteksa u smeru suprotnom kazaljke na satu okrenuta od tačke pogleda
- CW (Clock-Wise) – sakrivanje poligona čija je normala dobijena spajanjem verteksa u smeru kazaljke na satu okrenuta od tačke pogleda

Svetla se mogu uključiti odnosno isključiti zavisno od potrebe. Svetla su tipa directional light. To su svetla koja simuliraju udaljeni izvor svetlosti i čiji zraci padaju gotovo paralelno na objekat. U ovom slučaju simuliraju sunčevu svetlost.

Nadogradnja

Mogućnost nadogradnje ovog projekta je jako velika. Postoji mogućnost vrlo jednostavnog dodavanja novih opcija kroz sistem plug-inova. Što se samog algoritma za teren tiče, može se dodavati podrška za nove tipove ulaznih podataka, na primer .jpeg format ili numeričke podatke. Nezavisno od terena mogu se dodati različiti 3D objekti, na primer neki objekat

izmodelovan u jednom od programa za 3D modelovanje i animaciju. Tako će trenutni prikaz na ekranu sadržati sam teren kao i te, dodatne, objekte. Ovo se može koristiti za razna ispitivanja interakcije terena sa tim objektom, i sl. Primer za ovo bi bio, recimo, dodavanje vegetacije ili stambenih područja ili nečeg trećeg na teren. Svetla se takođe mogu nadograđivati u smislu vizuelizacije uticaja različitih svetlosnih izvora ili količine svetla na reljef. Kamere se mogu menjati u smislu dodavanja raznih dodatnih kontrola, položaja i orijentacija u prostoru.

Jedna od glavnih mogućnosti za nadogradnju je nadogradnja do real-time displacement enginea. Displacement je jedan od metoda "brzog" modelovanja, koji se, pored bump mappinga, dosta koristi. Bump mapping radi na principu pomeranja normala na površini (geometriji) i time simulira dodatne detalje kao što su neravnine, rupe, bore na licu, itd. To je "primitivniji" način rada, jer su rezultati često nezadovoljavajući ili nerealni, ali se do rezultata dolazi dosta brzo. Displacement je, za razliku od bumpa, dosta sporiji za kalkulaciju, jer menja samu geometriju pomeranjem poligona u prostoru, te su i efekti koji se postižu dosta realniji.

Zaključak

Realizacijom ovog projekta pokazano je da se na prosečnom hardveru PC računara može razviti upotrebljiv, modularan softver za prikaz terena u realnom vremenu.

Glavni nedostatak je hardverska zahtevnost, kao i kod svih 3D aplikacija. Kvalitet i brzina ovde, jednostavno, ne idu zajedno. Hardver ograničava broj poligona koji mogu biti renderovani. Konkretno, što je veća preciznost potrebna, tj. što je potreba za detaljnijim objektima veća, odnosno, što je više poligona potrebno renderovati, to je i hardverska zahtevnost veća, a samim tim se i brzina renderovanja smanjuje, čime se gubi na real-time efektu, i obrnuto.

Literatura

Microsoft MSDN. Microsoft Direct3D SDK

Microsoft MSDN. Microsoft DirectX SDK

<http://www.fastgraph.com/help/contents.html>

-

Vuk Janjić

TERRAGEN – 3D Terrain Visualization

There are a lot of algorithms and software applications for rendering 3D terrains, but most of them do not address the issue of real-time rendering with acceptable quality. In this project, a software for real-time, interactive, 3D terrain rendering, with layer support, and a plug-in system was developed on standard PC hardware.

