

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 2345

Proceduralno generiranje trave i niskog raslinja

Mihael Međan

Zagreb, siječanj 2021.

Zagreb, 9. listopada 2020.

DIPLOMSKI ZADATAK br. 2345

Pristupnik: **Mihael Međan (0036487393)**

Studij: Računarstvo

Profil: Računarska znanost

Mentor: prof. dr. sc. Željka Mihajlović

Zadatak: **Proceduralno generiranje trave i niskog raslinja**

Opis zadatka:

Proučiti tehnike generiranja trave i niskog raslinja uz različite razine detaljnosti u prikazu (LOD). Proučiti utjecaj fizikalnih veličina kao što je vjetar na izradu simuliranih i animiranih prikaza. Razraditi i ostvariti fizikalno temeljen simulacijski model prikaza trave i niskog raslinja iz različite razine detaljnosti prikaza. Diskutirati utjecaj raznih parametara. Načiniti ocjenu rezultata i implementiranih algoritama. Izraditi odgovarajući programski proizvod. Rezultate rada načiniti dostupne putem Interneta. Radu priložiti algoritme, izvorne kodove i rezultate uz potrebna objašnjenja i dokumentaciju. Citirati korištenu literaturu i navesti dobivenu pomoć.

Rok za predaju rada: 5. veljače 2021.

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Generiranje modela trave i niskog raslinja	2
2.1. Osnovni pristup generiranju modela	2
2.2. Generiranje točaka i poligona modela biljaka	2
2.2.1. Generiranje modela uz različitu razinu detalja	2
2.3. Povezivanje generiranih podataka i njihov prikaz	2
2.4. Programska implementacija generiranja i prikaza	2
2.5. Primjer korištenja razvijenog programa za generiranje jednostavne proizvoljne biljke	2
2.6. Dodavanje proizvoljnih atributa generiranim modelima	3
2.7. Implementacija generiranja složenijih biljaka	3
3. Simulacijski model	4
3.1. Fizički model ponašanja biljke	4
3.2. Programski model fizičkog ponašanja	4
3.3. Programska implementacija fizičkog modela	4
3.4. Implementacije fizičkog ponašanja složenih biljaka	4
4. Simulacija ponašanja generiranog modela	5
4.1. Povezivanje fizičkog modela sa generiranim prikazom modela	5
4.2. Programska implementacija modela	5
4.3. Utjecaj parametara na simulaciju	5
5. Ocjena rezultata	6
5.1. Realističnost prikaza	6
5.1.1. Mogućnosti poboljšanja	7
5.2. Realističnost fizičke simulacije	8
5.2.1. Poboljšanje realističnosti simulacije	8

5.3. Ocjena brzine izvođenja	9
5.3.1. pristupi poboljšanju brzine izvođenja	9
6. Zaključak	10

1. Uvod

Uvod rada. Nakon uvoda dolaze poglavlja u kojima se obrađuje tema.

2. Generiranje modela trave i niskog raslinja

2.1. Osnovni pristup generiranju modela

2.2. Generiranje točaka i poligona modela biljaka

Točke i poligoni

2.2.1. Generiranje modela uz različitu razinu detalja

LOD

2.3. Povezivanje generiranih podataka i njihov prikaz

Povezivanje i prikaz

2.4. Programska implementacija generiranja i prikaza

Tehnička implementacija

2.5. Primjer korištenja razvijenog programa za generiranje jednostavne proizvoljne biljke

Primjer

2.6. Dodavanje proizvoljnih atributa generiranim modelima

Primjer

2.7. Implementacija generiranja složenijih biljaka

Wish do, would do, not :)

3. Simulacijski model

3.1. Fizički model ponašanja biljke

Kako bi se biljka kretala hehe

3.2. Programski model fizičkog ponašanja

Pojednostavljenje na jointove etc

3.3. Programska implementacija fizičkog modela

EZ

3.4. Implementacije fizičkog ponašanja složenih biljaka

drva buraz e

4. Simulacija ponašanja generiranog modela

4.1. Povezivanje fizičkog modela sa generiranim prikazom modela

skinning, buffers, bones

4.2. Programska implementacija modela

spajanje

4.3. Utjecaj parametara na simulaciju

wind, elasticity

5. Ocjena rezultata

5.1. Realističnost prikaza

Realističnost prikaza nije bila primarna zadaća ovog rada. Generirane biljke ne izgledaju osobito prirodno bez obzira na razinu detalja kojom su generirane.

Prvi razlog je primjena konstantnog sjenčanja poligona. U ovakvom načinu sjenčanja, normale za pojedine vrhove računamo kao normalu površine (poligona) kojeg oni zatvaraju. Izračunata vrijednost normale se pripisuje svim vrhovima poligona. Korištenjem konstantnog sjenčanja poligona postizemo jasno vidljivu granicu između pojedinih površina. Takav način prikaza, osim što je vrlo brz u izvođenju, znatno je olakšao razvoj prezentiranog programskog rješenja jer daje programeru jasan uvid u poziciju pojedinih vrhova na ekranu i njihovo ponašanje.

Bez obzira na prednosti u razvoju koje ovakav pristup implicira, prikazani modeli izgledaju umjetno i izrazito su pravilni. Pravilnost modela je najveći uzrok neprirodnog izgleda generiranih modela, jer na biljkama rijetko očekujemo savršenu simetriju oko geometrijskih osi.

Drugi razlog je nedostatak detalja na generiranim modelima biljaka. Ovaj razlog dodatno naglašava pravilnost biljaka i smanjuje osjećaj realnosti prikaza. Smanjenje broja detalja donijelo je iste prednosti kao i prethodni pristup - lakši razvoj i bolje performanse po cijenu realističnosti prikaza.

Treći razlog je izolacija prikaza. Biljke su prikazane kao centralni i jedini dio prikaza. Ovakav vakuum u prostoru dodatno naglašava oba prije spomenuta problema. Nedostatak simulacije atmosfere (prašina, distorzija zraka svjetlosti kao posljedica vlage u zraku itd.) uzrokuje dojam statičnosti biljaka bez obzira na animirani prikaz ponašanja vjetra. Izostavak navedenih značajki, kao i prethodna pojednostavljenja,

olakšalo je razvoj programskog rješenja i oslobodilo vrijeme za ostvarenje kvalitetnije simulacije vjetra.

5.1.1. Mogućnosti poboljšanja

Problem sjenčanja može se riješiti primjenom nekog drugog načina sjenčanja modela. Naprimjer korištenje Gouraudovog sjenčanja. Korištenje ove metode sjenčanja eliminiralo bi vidljivost pojedinih vrhova na modelu i interpolacijom između vrhova osiguralo gladak prijelaz između osjenčanih i ne osjenčanih dijelova modela.

Biljke u stvarnosti rijetko imaju ikakve oštre bridove između svojih strana i zaglađivanje intenziteta osvjetljenja Gouraudovog sjenčanja između vrhova bi rezultiralo uvjerljivijim prikazom kod modela generiranih u većoj razini detalja. Kod modela generiranih manjom razinom detalja, rubovi samog modela bi ostali oštri iako je model zaglađen. Sraz između rubova i unutrašnjosti modela može uzrokovati smanjenje realističnosti prikaza.

Dodavanje malih varijacija kod generiranja modela poboljšalo bi realističnost prikaza. Mali istupi točaka od centra simetrije dali bi biljkama prirodniji izgled uvođenjem nesavršenosti i raznovrsnosti biljaka. Osim dodavanja istupa u poziciji točaka u modelu, istupi se mogu dodati i na boje pojedinih površina, gdje bi neke površine bile više ili manje intenzivne boje od drugih. Dodavanje boja u kombinaciji s Gouraudovim sjenčanjem dodatno bi pojačalo realističnost prikaza.

Dodavanje varijacija je programski izrazito jednostavno za implementaciju ali uzrokuje usporenje izvođenja, jer se svaki model zbog svoje unikatnosti mora preslikati u memoriju grafičke kartice umjesto korištenja istog modela za sve biljke iste vrste. Kompromis se može postići na sredini - imati limitiran broj različitih modela iste vrste biljke koji se nasumično odabere za svaku biljku prilikom njenog kreiranja.

Dodavanje atmosferskih efekata na simulaciju bi uvelike pomoglo realističnosti prikaza i dojmu živosti biljaka. Ovaj pristup rješavanju nerealističnosti prikaza je najkompleksniji od ponuđenih alternativa i zahtjeva razvoj nekolicine popratnih sustava, ali dao bi najveći doprinos realističnosti prikaza. Primjeri popratnih sustava koje je potrebno razviti uključuju: sustav ukrasnih čestica, sustav efekata nakon iscrtavanja (engl. *post-processing effects*) i druge.

5.2. Realističnost fizičke simulacije

Bez obzira na jednostavnost implementacije fizičke simulacije i snažne pretpostavke uključene u nju, fizička simulacija daje zadovoljavajuće rezultate. Ponašanje prati stvarno prirodno gibanje u tri dimenzije i ne potiče osjećaj umjetnosti ili ograničenosti prolaskom kroz prostor. Simulacija dobro modelira utjecaj visine biljke na njezinu simulaciju na vjetru.

Na udarima vjetra visoke biljke rade velike i snažne zamahe i polagano gube energiju za nastavak daljnjeg osciliranja. Niske biljke rade kraće zamahe ali većom frekvencijom.

Kod konstantnog puhanja, biljke osciliraju prema točki konvergencije sile puhanja, sile teže i sila otpora unutar stabljike. Visoke biljke očekivano imaju veću amplitudu i manju frekvenciju oko te točke od niskih biljaka.

Puhanje s naletima vjetra također daje realistične rezultate. Niske biljke u naletu vjetra se brzo poravnavaju prema točki konvergencije i osciliraju oko nje, a po prestanku puhanja osciliraju oko centra ravnoteže velikom frekvencijom. Visoke biljke imaju veću tromost i rade veće oscilacije oko točke konvergencije vjetra i otpora biljke prilikom naleta vjetra. Kad vjetar prestane, naprave manje oscilacije oko centra ravnoteže prije nego vjetar ponovno počne.

Kad je simulacija vjetra realistična (takva da vjetar dolazi i prolazi u valovima - postepeno raste u snazi, i nakon toga postepeno opada u snazi) također imamo realističnu simulaciju. Visoke biljke održavaju smjer i neprestano osciliraju prema središtu između točaka centra ravnoteže otpora biljke, i konvergentne točke sile vjetra, ravnoteže i unutarnjeg otpora biljke. Niske biljke kod ovakvog vjetra djeluju kaotično i osciliraju velikom frekvencijom i amplitudom, sa središtem oscilacije koji vidno varira između konvergentne točke i centra ravnoteže biljke.

5.2.1. Poboljšanje realističnosti simulacije

better

5.3. Ocjena brzine izvođenja

Brzina izvođenja linearno opada s brojem simuliranih biljaka. Najveći utjecaj na brzinu izvođenja ima fizička simulacija. Generiranje biljaka se odvija na samom početku i nema nikakvog utjecaja na brzinu izvođenja nakon početnog perioda generiranja. Iscrtavanje je zbog jednostavnosti prikaza vrlo jeftino i usporava izvođenje tek na velikom broju biljaka ili na vrlo visokoj razini detalja.

5.3.1. pristupi poboljšanju brzine izvođenja

Fizička simulacija ima najveći utjecaj na brzinu izvođenja pa su prijedlozi za ubrzanje programskog rješenja fokusirani na taj dio.

Paralelno izvođenje fizičke simulacije

parallelism

Smanjenje rezolucije simulacije i interpolacija rezultata

nice

Izračunavanje sličnosti modela i grupiranje izračuna

bad

6. Zaključak

ma moze se sve buraz kad se oce

Proceduralno generiranje trave i niskog raslinja

Sažetak

Sažetak na hrvatskom jeziku.

Ključne riječi: Ključne riječi, odvojene zarezima.

Procedural generation of grass and low vegetation

Abstract

Abstract.

Keywords: Keywords.