

Naslov ideje: Modeliranje, simulacija in upodabljanje gozdov z aplikacijo EcoMod**Nagrada: 1. mesto (zlata plaketa)****Avtor****mag. Aleš Zamuda**Ob Gozdu 14
2000 Maribor**Mentor****izr. prof. dr. Janez Brest**UM, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo
in informatiko
Smetanova 17
2000 Maribor**Šola**UM, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo
in informatiko**Problem, ki ga rešujete in navedite stopnjo originalnosti:**

EcoMod podaja rešitve za štiri probleme iz računalniške animacije (v oklepajih so navedene še odpravljene slabosti):

- 1) zahtevnost načrtovanja dreves v obstoječih orodjih (uporabniku neprijazna rešitev: veliko parametrov) – rešitev: vpeljava grafov za načrtovanje velikega števila parametrov in interaktivne metode oblikovanja s takojšnjim odzivom,
- 2) določitev porazdelitve dreves po pokrajini pri upodabljanju gozdov (slaba uporabnost obstoječih modelirnikov) – rešitev: simulacija umetnega življenja rastlin v ekosistemu, osnovanem na realnih podatkih življenjskih pogojev (vlaga, veter, osončenost, ...),
- 3) prikaz obširnih drevesnih ekosistemov (visoka cena dosedanjih namenskih sistemov za vizualizacijo ekosistemov) – rešitev: nov grafični 3D motor za hitro upodabljanje proceduralnih modelov dreves na terenu s prilagojeno stopnjo podrobnosti in
- 4) prikaz zaraščanja (okrevanja) ekosistema po katastrofi (simulacija scenarijev negativnih vplivov okolja).

Cilji inovacijskega projekta:

- 1) Simulacija umetnega življenja rastlin v ekosistemu na osnovi realnih življenjskih pogojev: izdelan model rasti drevesa in interakcije med drevesi ter aproksimacijski modeli za življenjske pogoje pretvorjeni v učinkovite algoritme.
- 2) Vpeljava novih interaktivnih tehnik za parametrizacijo proceduralnega modela 3D dreves: poenostavitev Holtonovega proceduralnega modela drevesa in tako olajšanje modeliranja; dopolnitev modela s samodejnim prilagajanjem stopnje podrobnosti in možnosti animacije pozibavanja drevesa v vetru ter animacija rasti drevesa v odvisnosti od pogojev v ekosistemu.
- 3) Integracija modelirnika proceduralnih drevesnih modelov s simulatorjem zaraščanja pokrajine.
- 4) Vizualizacija in animacija proceduralnih modelov dreves v ekosistemih nad realnimi podatki.
- 5) Načrtovanje algoritmov in njihova implementacija, ki je platformno neodvisna, v programskem jeziku C++ (30,000 vrstic programskega koda).

Opis vsebine inovacijskega projekta:

EcoMod je interaktivno, uporabniku prijazno orodje za načrtovanje modelov dreves. Orodje omogoča fleksibilno in hitro izdelavo proceduralnih modelov dreves z uporabo grafov pri načrtovanju lokalnih parametrov podvej. Dobljeni proceduralni modeli so natančni do posameznega lista in jih je možno animirati. Modeli dreves se nadalje uporabijo pri animaciji zaraščanja naravnih okolij in razvoju ekosistemov skozi daljša obdobja ter vpliv katastrof na ekosisteme. Pri modeliranju ekosistema so uporabljeni modeli za izračun vplivov okolja in interakcije med rastlinami in okoljem.

Predstavitev obstoječe rešitve navedenega projekta:

Izdelava 3D modela drevesa je zelo zahtevna naloga. Ker je ročno modeliranje drevesne strukture in listov pogosto precej zamudno, pri tem raje uporabimo proceduralni model za določitev geometrije. Obstaja več tehnik proceduralnih modelov dreves [Aono in Kunii, 1984; Bloomenthal, 1985; Reeves, 1985; Oppenheimer, 1986; Lindenmayer, 1968; Holton, 1994]. Proceduralni modeli temeljijo na različnih oblikah gradnje osnovne vejitvene strukture, razlikujejo pa se predvsem v stopnji podrobnosti, za katero je tehnika primerna, okretnosti in zahtevnosti modeliranja, prostorski in časovni zahtevnosti modelov, možnosti animacije in vrsti predstavitve končnega modela. Vsi ti sistemi so navadno nekoliko nerodni za uporabo, saj je njihova parametrizacija neinteraktivna.

Pri simulatorjih drevesnih ekosistemov se omejimo predvsem na simulatorje, povezane z možnostjo upodabljanja v računalniški grafiki. Ker je ročno nameščanje rastlin na teren zamudno, naključno pa dokaj nerealistično, za namestitev dreves v sceni uporabimo simulacijo. S simulacijo so Deussen in sodelavci [Deussen s sodelavci, 1998] porazdelitev dreves določili na individualni ravni z obravnavo ekološke sosednosti posameznih rastlin. Izhajali so iz osnovnega fenomena porazdelitve rastlin, ki mu pravimo samo-redčenje (self-thinning [Rickefs, 1990]).

Z vizualizacijo pokrajin, na katerih so bili prikazani gozdovi in grmovje, se je prvi ukvarjal Holton [Holton, 1994]. Drevesa je predstavil z geometrijskim modelom in jih upodobil z algoritmom sledenja žarku. Ker je njegov model za predstavitev dreves omogočal poenostavitev geometrije, je lahko v pokrajini prikazal več tisoč dreves, ki so bila nameščena ročno.

Podrobnejši opis:

EcoMod je računalniška aplikacija, ki omogoča interaktivno oblikovanje naravnih dreves, s katerim je integriran še simulator življenja dreves v ekosistemu, ki upošteva realne terenske podatke. Večina dosedanjih simulatorjev je dokaj uporabniško neprijaznih, zato sem se odločili izdelati uporabniško prijazno interaktivno aplikacijo. Modul za interaktivno oblikovanje najprej omogoča hitro in fleksibilno izdelavo (parametrizacijo) novih 3D proceduralnih modelov za prikaz naravnih dreves. Ti parametrizirani proceduralni modeli so uporabljeni za prikaz primerkov različno personaliziranih individualnih geometričnih modelov dreves za enako vrsto, z različno starostjo in vplivi okolja. Dobljeni modeli dreves so uporabljeni za animacijo spontanega zaraščanja gozdov skozi več stoletij. Za izdelavo na pogled realistične porazdelitve dreves po terenu je uporabljen simulator življenja dreves. Simulator upošteva realne terenske podatke (višinski podatki DMR - digitalni model reliefa) in izračuna življenjske pogoje za drevesa, da bi tako simuliral biološka načela. Glavni upoštevani življenjski pogoji so nadmorska višina, naklon, sonce in veter. Drevesa na podlagi ugodnosti teh pogojev tekmujejo za preživetje. Upoštevan je tudi način širjenja semen, zaradi katerega se skupine dreves pojavljajo na enakih območjih. Pri gradnji aplikacije so bili upoštevani številni napotki iz znanstvene in strokovne literature, za povečanje zmogljivosti simulacijskega procesa in priprave realističnega prikazovanja nastajajočih ekosistemov.

Aplikacija EcoMod je zapisana v programskem jeziku C++ in uporablja Qt4 in OpenGL, zato je neodvisna od operacijskega sistema (Linux/Mac/Win32,...), procesorske arhitekture (32/64 bitna) in C++ prevajalnika (GCC, MinGW, MSVC). Sestavljajo jo trije glavni medsebojno povezani moduli, izmed katerih ima vsak poseben namen:

1. Modelirnik geometrije 3D naravnih dreves je prva, visoko interaktivna komponenta aplikacije. Proceduralni model drevesa temelji na Holtonovem žilnem modelu, ki je še dopolnjen in spremenjen na več načinov, npr. za lažjo parametrizacijo ali več animacijskih tehnik. Omogoča interaktivno parametrizacijo proceduralnega modela drevesa z uporabo grafov in drugih interaktivnih gradnikov. Dobljeni parametri se shranijo v datoteko. Takšne datoteke je možno kasneje naložiti, z aplikacijo pa prihaja tudi osnovna knjižnica primerov zmodeliranih dreves. Upodobitev proceduralnega modela je opravljena z OpenGL, okenski kontekst za OpenGL pa je pridobljen s Qt4 gradnikom QGLWidget.
2. Vizualizator ekosistemov je druga komponenta, ki upodablja realni pokrajino realnega terena. Za prikaz površja so uporabljena polja oglišč. Programska koda uporablja knjižnico GLee za delo z OpenGL razširitvami za platformno neodvisnost le-teh. Drevesni modeli so dobljeni iz komponente za 3D

modeliranje ter nameščeni na mesta rasti dreves iz simulacije rasti ekosistema. Scena lahko vsebuje do več sto tisoč dreves, t.j. do skupaj več kot 100.000.000 trikotnikov. Izdelani primerki proceduralnih modelov so zato za pohitritev prikazovanja poenostavljeni glede na stopnjo podrobnosti ali odstranjeni zaradi obrezovanja na vidni volumen.

3. Simulacija umetnega življenja dreves oz. rastlin znotraj ekosistema uporablja realne podatke življenjskih pogojev, tekmovanje med rastlinami in model razširjenja rastlin. Stohastična simulacija uporablja LCG generator naključnih števil. Realni podatki so dobljeni iz digitalnega modela reliefa (podatki iz GIS-sistemov), vlažnost, vetrovnost in osončenost naloženega terena pa izračunani sproti. Ta komponenta je lahko uporabljena kot ogrodje, za uporabo številnih njenih algoritmov in modelov v drugih, multi-disciplinarnih področjih.

Na temeljih zgrajenega aplikacijskega ogrodja je bilo objavljenih nekaj znanstvenih člankov, kot je videti iz <http://labraj.uni-mb.si/~ales/ecomod> in vsakdo je povabljen tudi, da se pridruži nadaljnemu razvoju aplikacije (glej tudi <http://sourceforge.net/projects/ecomod/>).

Aplikacija ima licenčne pogoje licence GPL license version 2. Trenutno je polni avtor celotnega izvornega koda (tj. 30.000+ vrstic kode) Aleš Zamuda. Ker je aplikacija zastonj in prosto dostopna, bi bil zelo vesel kakršnegakoli sporočila, da se aplikacija uporablja ali nadalje razvija.

Seznam predvidenih dejavnosti:

Za realizacijo zastavljenih ciljev je bil najprej zgrajen modelirnik naravnih dreves. Drevo lahko določimo interaktivno ali pa z nalaganjem parametrov iz knjižnice že oblikovanih dreves, ki je priložena modelirniku. Pri tem se vizualizacija osveži takoj, ko spremenimo kak parameter modela, kar pripomore pri učenju uporabe modelirnika. Po zbrani bazi parametričnih modelov za drevesa je postalo jasno, da bi bilo mogoče z njimi vizualizirati tudi drevesne ekosisteme. V ta namen je bil pripravljen vizualizator terena, ki ima možnost povezave z vizualizatorjem za drevesa in na osnovi simulacije določi porazdelitve dreves po terenu ter na mestih rasti upodobi proceduralni model drevesa. Ker je bila vizualizirana rast dreves, je imelo vsako upodobljeno drevo v odvisnosti od svoje starosti na novo določeno geometrijo, z drevesi iste vrste pa si je delilo le parametre proceduralnega modela.

Načrtovani mejniki med izvajanjem – označite, do katerega mejnika ste prišli:

- 1 – izdelava interaktivnega modelirnika modelov 3D dreves
- 2 – izdelava vizualizatorja pokrajine
- 3 – izdelava simulatorja zaraščanja

Rezultati:

Aleš Zamuda je s svojim diplomskim delom dosegel prvo mesto na tekmovanju študentskih člankov na Elektrotehniški in računalniški konferenci ERK 2006. Slovenska sekcija IEEE ga je povabila, da je svoje delo predstavil tudi na mednarodni konferenci. Z zmago na tekmovanju ERK 2006 se je uvrstil v predizbor za IEEE Region 8 (Evropa, Afrika in pretežni del Azije) Student Paper Contest, kjer je bilo prijavljenih 16 prispevkov iz 11 držav. Po mednarodni recenziji prispevka je bil izbran za finalno tekmovanje petih prispevkov, ki je bilo na konferenci EUROCON 2007 od 9. do 12. septembra 2007. **Na tem najprestižnejšem tekmovanju je dosegel odlično 2. mesto.**

Podjetniški vidiki:

Ker je aplikacija prosto dostopna, njene programske kode ni možno tržiti s prodajo, temveč posredno. Za izdelavo aplikacije je Aleš Zamuda prejel nekaj denarnih nagrad:

- nagrada na tekmovanju člankov ERK'06,
- nagrada za prakso v CGAI,
- nagrada za znanstveno raziskovalno delo FERI,
- mednarodna nagrada na tekmovanju člankov R8SPC in
- nagrada za znanstveno raziskovalno delo UM.

Aplikacija služi kot promocija znanosti na FERI. Izvorna koda je v celoti objavljena kot projekt na straneh SourceForge.net (<http://sourceforge.net/projects/ecomod/>).

