

Streszczenie rozprawy w języku polskim

Autor: Miłosz Makowski

Tytuł: Multi-scale mathematical modeling of vegetation, soil and weather

Modelowanie realistycznych ekosystemów roślin w zmiennych warunkach klimatycznych jest otwartym i bardzo złożonym zagadnieniem. Wymaga ono podejścia, które jest w stanie uchwycić ogromną ilość szczegółów i różnorodnych zależności pomiędzy roślinnością, glebą i pogodą. Poprzednie metody przetwarzają drzewa i inne rośliny za pomocą zgrubnych geometrycznych przybliżeń, aby zredukować złożoność obliczeniową kosztem zmniejszonej dokładności. Z drugiej strony istnieją metody, które są w stanie modelować roślinność na bardzo dokładnym poziomie - te jednakże nie są odpowiednie do symulacji dużych ekosystemów bez dysponowania ogromną mocą obliczeniową. Ponadto badanie zależności pomiędzy roślinami i pogodą zyskuje w ostatnim czasie rosnące zainteresowanie, ze względu na obserwację, że roślinność wpływa znacząco na lokalne zróżnicowanie klimatu. W niniejszej rozprawie wprowadzamy wielopoziomową reprezentację ekosystemów roślin, która pozwala na realistyczne modelowanie poszczególnych roślin, a także biologicznych zjawisk takich jak wzrost, rozsiewanie, tropizm oraz współzawodnictwo o zasoby. Nasza metoda wykorzystuje samopodobieństwo struktur drzewiastych, aby wydajnie radzić sobie ze złożonością modelowania i renderowania. Modelujemy również sprzężenie zwrotne pomiędzy roślinnością, glebą i pogodą, wraz z lokalnym zróżnicowaniem klimatu. W szczególności naszą motywacją jest symulacja cyklu hydrologicznego. W tym celu rozwijamy model dynamiki chmur, który obsługuje parowanie roślin i gleby, formację chmur i opady atmosferyczne. Modelujemy również transport wody w glebie na podstawie właściwości gleby oraz grawitacji. Nasze podejście dostarcza środków do przeprowadzania interaktywnych symulacji setek tysięcy roślin, z dużą szczegółowością, z jednoczesnym uwzględnieniem interakcji na poziomie lokalnego zróżnicowania klimatu. Nasze wyniki są zgodne z biologicznymi modelami znanymi w leśnictwie, botanice i ekologii. W rezultacie nasza metoda udoskonala najnowocześniejsze sposoby generowania wysoce realistycznych terenów z roślinnością i pogodą. Ponadto służyć może ona potencjalnie jako narzędzie do weryfikacji hipotez biologicznych.

Makowski Miłosz