

Ročníkový projekt – report za druhý semester

Marek Michalovič, školiteľ prof. RNDr. Rastislav Královič, PhD.

Simulácia erózie

Cieľ

Cieľom projektu je vytvoriť knižnicu na simuláciu (najmä) vodnej erózie terénu a vizualizátor takto generovaného terénu. Eróziu je možné simulovať rôznymi algoritmi na rôznych vstupných terénoch.

Zimný semester

Pre tento projekt som vybral jazyk C#, keďže je používaný pri tvorbe hier (napríklad v mnou používanom editore Unity) a tento projekt pravdepodobne nájde využitie práve ako generátor terénu pre videohry alebo v náučných, prípadne simulačných programoch. Okrem toho, veľké množstvo predošlých prác na túto tému tiež využívalo na implementáciu C#. Ako bonus som bral aj nadobudnutie praxe v novom jazyku.

Počas zimného semestra som mnoho času strávil študovaním fungovania rôznych typov erózií – erózia vodná totiž na realisticky vyzerajúci terén sama nepostačí.

Sprvu som vytvoril vizualizátor terénu pre Unity a pridal do svojej knižnice základné funkcie na generáciu šumu, menovite vlastnú implementáciu Perlinovho šumu. Unity už jednu implementáciu poskytuje, avšak plán je, aby erózna knižnica nebola závislá na žiadnom konkrétnom nástroji na vizualizáciu.

Implementoval som algoritmus vytvorený [Hansom Beyerom](#), ktorý poskytuje esteticky pekné výsledky pre terén bez vodných tokov. Algoritmus totiž predpokladá, že eróziu spôsobujú častice (kvapky) vody, ktoré cestou nadol erodujú terén a ukladajú sedimenty. Vstupný terén pre simuláciu je zloženie niekoľkých Perlinových šumov s rastúcou amplitúdou a klesajúcou frekvenciou.

Okrem Unity som vytvoril aj samostatný program, ktorý načíta výškovú mapu z obrázku, odsimuluje požadovaný počet krokov a výsledok uloží ako výškovú mapu do obrázku.

Začal som pracovať aj na inom algoritme vodnej erózie a vytvorení modelu s viacerými rôznymi typmi pôd a horním, avšak aktuálne nie sú pripravené.

Letný semester

Implementoval som algoritmus na simuláciu erózie stĺpcovou metódou ktorú navrhli [Štava et al.](#) Tento algoritmus je fyzikálne presnejší, hoc aj on niekedy používa metódy nie priamo založené na fyzikálnom podklade. Sprvu som narážal na problémy spôsobené nepochopením algoritmu, neskôr s nedostatočným vysvetlením v materiáloch, ktoré som používal. Implementácia bola zložitejšia než u horeuvedeného časticového algoritmu.

Tento algoritmus som na viacerých miestach upravil – napríklad spôsob počítania závislosti schopnosti vodného stĺpca niesť sediment – upravená verzia berie do úvahy aj konvexnosť terénu, nielen jeho sklon. Redukovalo sa tým množstvo nerealistických „trňov“, ktoré v pôvodnom algoritme vznikali, keďže vysoké výčnelky aj hlboké jamy mali rovnakú strmosť. Počítanie schopnosti vody erodovať som tiež upravil, lebo v pôvodnej verzii bola nezávislá od množstva vody v bunke, čo spôsobovalo pri malých množstvách vody problémy.

Taktiež bola vode pridaná schopnosť erodovať aj zo susedných buniek mriežky, nielen z bunky, v ktorej sa aktuálne nachádza – v originálnom algoritme totiž voda nevedela erodovať z vrcholov mriežky, na ktoré sa nedostala, čo raz za čas spôsobilo veľmi nerealistický vzhľad. Pôvodne som implementoval spôsob kde sa porovnáva vektor rýchlosti vody so sklonom svahu, ale ten niekedy spôsoboval nerealistické terasovanie, preto som pridal jednoduchší spôsob založený na výškových rozdieloch aktuálnej a susednej bunky a rýchlosti vody v smere k susedovi. Tieto zmeny zabezpečili hladší výzor terénu a redukovali množstvá malých kopcov na nevhodných miestach.

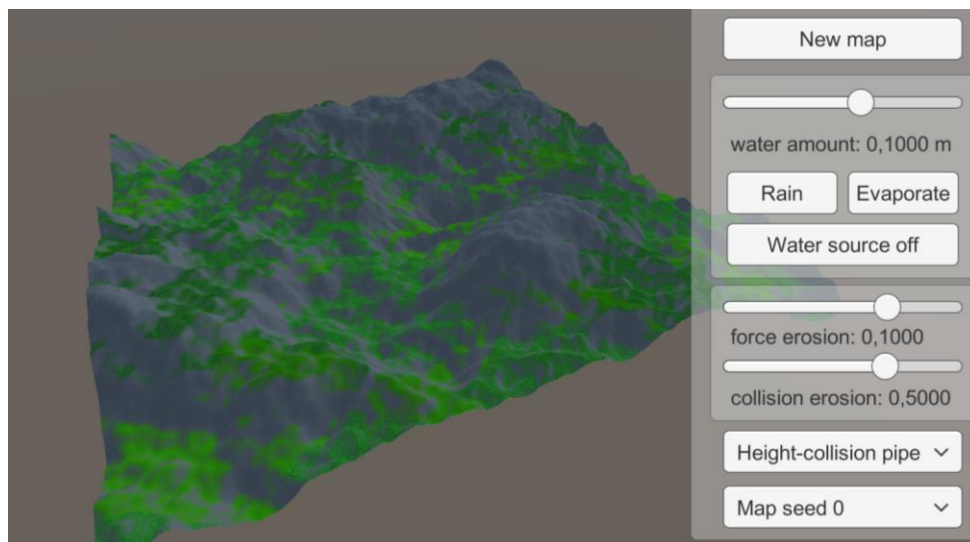
Vylepšil som používateľské rozhranie, z ktorého je teraz možné nastavovať parametre (najmä stĺpcového) simulátoru a lepšie si prezerať výslednú mapu.

Kvôli nedostatku času sa mi nanešťastie nepodarilo modifikovať algoritmus na prácu s viacerými typmi hornín ani hybrid časticovej a stĺpcovej simulácie, ktorý by kombinoval lepšie vlastnosti z oboch svetov.

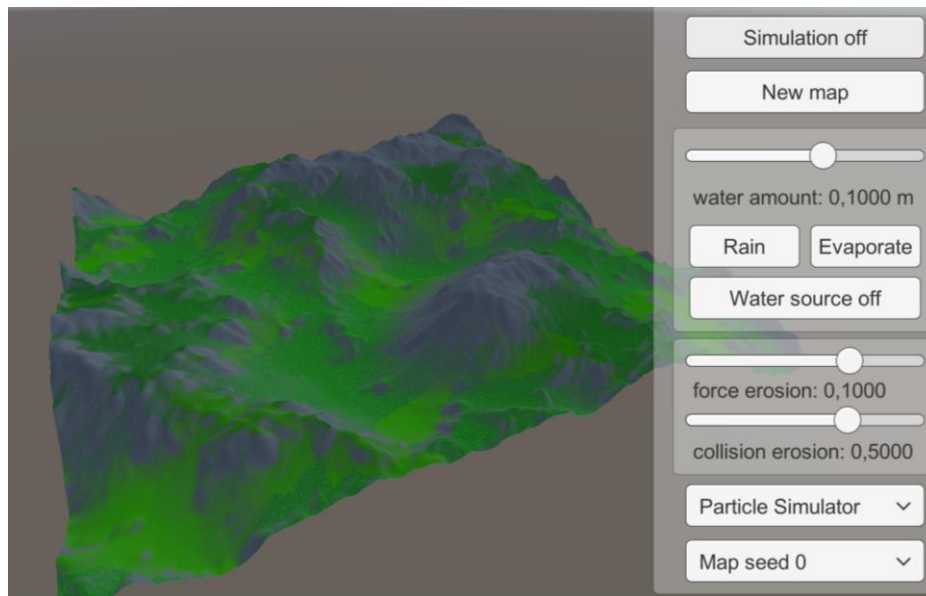
Tento projekt som prezentoval aj na fakultnom a československom kole ŠVK.

Ukážka

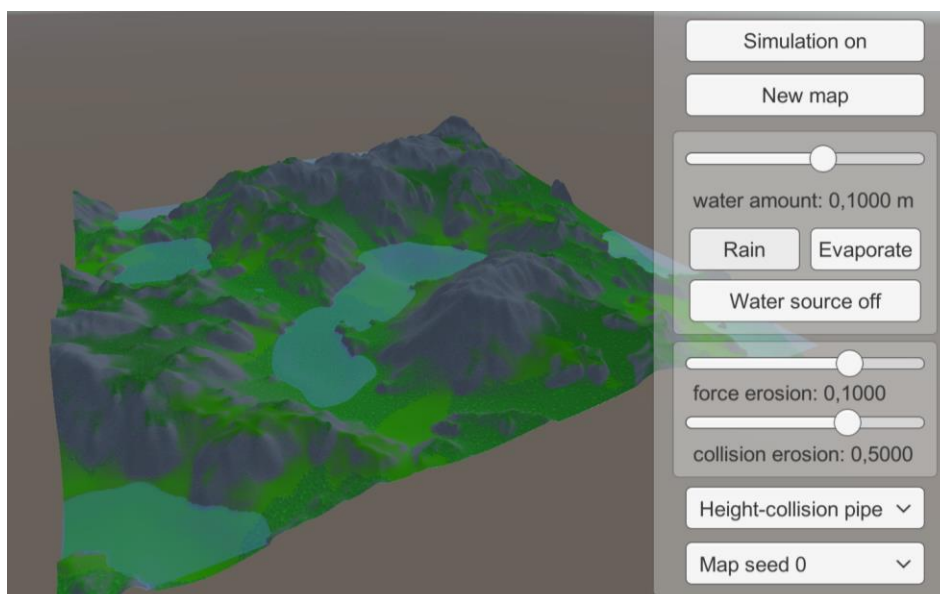
Vstupný terén a výstupy produkované časticovou a mriežkovou metódou. Všimnite si vyhladený terén a doliny v tvare písmena V typické pre oblasti erodované vodou. Voľba materiálov je iba pre estetiku, v skutočnosti je väčšina skalnatých hôr erodovaná ľadovcami a lesy + lúky sú inak rozložené.



Vstup – zložený Perlinov šum



Výstup častovej metódy



Výstup stĺpcovej metódy

Čo ďalej?

Simulácia erózie je bezodná studnica tém, ktorými sa dá zaoberať a ktoré je možné vylepšovať. Ako prvé mi napadá práve vytvorenie hybridnej časticovo-stĺpcovej metódy, ktorá by simuláciu zrýchlila aj vylepšila. Okrem toho neberie stĺpcová metóda do úvahy zotrvačnosť vody, vďaka čomu nevie dobre simulovať vodné toky – aj toto je miesto, ktoré sa dá vylepšiť.