

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Simulace vodopádů
Jméno autora:	Zdeněk Kolář
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra počítačové grafiky a interakce
Vedoucí práce:	Ing. Jaroslav Sloup
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra počítačové grafiky a interakce

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce hodnotím jako náročnější z hlediska předpokládaného rozsahu implementace, neboť zvolená metoda simulace vodopádů vyžaduje implementaci eulerovské a lagrangeovské metody simulace tekutin a jejich vzájemné propojení v jeden funkční celek.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posudte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání práce je splněno ve všech bodech. Diplomant vytvořil funkční simulaci vodopádů v prostředí herního enginu Unity. Implementované řešení propojuje částicovou simulaci tekoucí vody s eulerovskou metodou simulace kapalin využitou pro reprezentaci vodní tříště. Celá simulace běží na grafické kartě, což umožňuje simulovat vyšší stovky tisíc částic v reálném čase. Vytvořená aplikace je řádně otestována na třech různě komplexních scénách, které demonstrují možnosti implementovaného řešení. Drobné připomínky k funkčnosti jsou zmíněny v dalších bodech hodnocení.	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	B - velmi dobře
<i>Posudte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posudte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Diplomant po celou dobu pracoval samostatně, docházel na domluvené konzultace, diskutoval zvolené postupy řešení a aktivně vyhledával a studoval dostupné informační zdroje týkající se řešené problematiky, čímž prokázal, že je schopen samostatně tvůrčí práce a řešení komplexních úloh. Bohužel méně důsledný byl při tvorbě textu práce, který jsem prakticky viděl až v okamžiku odevzdání.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Po odborné stránce má práce velmi dobrou úroveň. Diplomant zvolil správný postup řešení, nastudoval metody simulace tekutin, které následně zkombinoval a integroval do prostředí herního enginu Unity. Vytvořená aplikace je plně funkční a všechna implementační rozhodnutí jsou jasně popsána a zdůvodněna. Implementované řešení bylo otestováno na třech scénách zachycujících různé typy vodopádů a podrobena detailnímu vyhodnocení rychlosti jednotlivých simulačních kroků. Implementace eulerovské metody je založena na existující volně dostupné implementaci [6], která byla optimalizována pro efektivnější propojení s SPH metodou. Z teoretického hlediska bych u popisu SPH metody v kapitole 2.1.2 uvítal lepší popis pořadí provádění jednotlivých kroků simulace a zdůvodnění, proč není zahrnut krok výpočtu povrchového napětí. Z hlediska stability SPH metody postrádám vysvětlení, jakým způsobem je volen či omezen časový krok simulace. Parametr MaxTimeStep dostupný v uživatelském rozhraní aplikace by se neměl nastavovat ručně, ale dle CFL podmínky, aby byla simulace stabilní. V textu práce není zmíněno, jakým způsobem jsou rozmístěny hraniční částice po povrchu terénu, jak je řešeno vkládání nových částic do simulace a jak je realizováno zvýšení frekvence vzorkování hraničních částic zmíněné na straně 18.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Z typografického a formálního hlediska je práce na velmi dobré úrovni. Text práce je rozdělen do logicky navazujících kapitol a obsahuje dostatečně detailní informace potřebné pro pochopení implementovaného řešení simulace vodopádů. Z jazykového hlediska se v textu vyskytuje poměrně velké množství překlepů a hrubek, které úroveň práce degradují.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjáďte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Všechny použité informační zdroje jsou relevantní a v práci řádně citované.

Další komentáře a hodnocení

Vyjáďte se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Simulace vodopádů je oproti článkům, ze kterých autor vycházel zjednodušena, je vynechána část simulující malé částice oddělující se od vodního proudu během jeho pádu (viz kapitola 2.2.1) a tudíž se vodní tříšť tvoří pouze u základny vodopádu. Na skutečných vodopádech nevzniká vodní tříšť jen u základny, ale i během pádu vody, což je u vysokých vodopádů navíc velmi často umocněno i foukajícím větrem. Externí síly v podobě větru do simulace nejsou začleněny. Uvedených efektů tedy nelze implementovaným modelem docílit.

U testovací scény s blokovým vodopádem lze pozorovat vodní tříšť i pod terénem, z čehož usuzuji, že v eulerovské metodě nejsou implementované kolize s terénem.

Na scéně s kaskádovitým vodopádem se při delším běhu simulace občas odrazí částice mimo scénu, což je pravděpodobně důsledkem nesprávné volby časového kroku, resp. nedodržení CFL podmínky pro zajištění stability simulace.

Uvítal bych více implementačních detailů ohledně nastavení konfigurací, na kterých jsou spouštěny compute shadery a diskusí, proč jsou použité konfigurace nejlepší. Dále nejsou zmíněna žádná implementační omezení či hardwarové požadavky plynoucí ze volených konfigurací, které pravděpodobně způsobují, že předpřipravené scény ve formě samostatných aplikací neběží na všech počítačích.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Diplomová práce splňuje zadání ve všech bodech. Kladně hodnotím, že se diplomantovi povedlo přesunout výpočty tvořící jednotlivé kroky simulace na grafickou kartu a tím docílit běhu v reálném čase. Drobné nedostatky shledávám v chybějící implementaci kolizí s terénem v eulerovské metodě a jazykových prohrěších v textové části práce.

K práci mám následující otázky:

- Zkoušel jste nějakým způsobem vizualizovat proudové pole eulerovské metody? Z testovacích scén je patrné, že vodní tříšť je v simulaci příliš nadnášena a málo unášena proudovým polem vody.
- V Kapitole prezentující výsledky uvádíte, že jste pro simulaci vodní tříště použil rozlišení mřížky 64^3 . Prováděl jste nějaké testování, jaký rozměr mřížky je pro scénu známé velikosti optimální a jaký vliv má rozlišení na přesnost a rychlost simulace?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 12.6.2024

Podpis: