

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Procedurální generování vln na vodní hladině</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Viktor Shubert</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra počítačové grafiky a interakce
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Jaroslav Sloup
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Katedra počítačové grafiky a interakce

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce považuji za průměrně náročné, neboť se jedná o reimplementaci existující procedurální metody generování vln na vodní hladině na CPU a následný přesun výpočtů na GPU s využitím OpenGL compute shaderů.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</b>
<i>Posuďte, 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 bylo splněno, autorovi se povedlo přesunout všechny kroky simulace na grafickou kartu a docílit běhu v reálném čase, jak bylo požadováno v zadání. Slabinou práce je implementace překážek, jejíž výsledky nejsou příliš uspokojivé, neboť působí nereálně a také chybějící vyhodnocení rychlosti vykreslování, viz další body hodnocení.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student pravidelně konzultoval postup prací a dosažené výsledky. Na veškeré připomínky ohledně implementace reagoval flexibilně a snažil se samostatně najít vhodné řešení studiem odborné literatury či analýzou existující implementace.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student nastudoval a reimplementoval metodu simulace vln na vodní hladině založenou na diskretizaci funkce vyjadřující amplitudy. Implementace problematických částí nedostatečně popsanych v článku, ze kterého autor vycházel, je inspirována existující volně dostupnou implementací na CPU. Následně autor veškeré kroky simulace přesunul na GPU s využitím OpenGL compute shaderů. Bohužel zde není provedeno žádné testování vlivu konfigurace pracovních skupin (local workgroup) na rychlost jednotlivých kroků metody. Návrh řešení a implementace jsou dobře popsány, zatímco rešeršní část je strohá a zasloužila by si detailnější popis alespoň některých vybraných metod. Taktéž není podrobněji popsáno rozšíření metody zvolené pro implementaci [6]. Z odborného hlediska postrádám popis spekter vln použitých ve vizuálním porovnání tvaru vln v sekci 6.3 v kapitole prezentující výsledky. Do vyhodnocení rychlosti metody jsou zahrnuty pouze simulační kroky implementované jako samostatné compute shadery, ale již není vyhodnocena rychlost vykreslování.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Z typografického a formálního hlediska je práce na dobré úrovni. Text práce, psaný v anglickém jazyce, je rozdělen do logicky navazujících kapitol a je srozumitelný. Objevují se zde pouze drobné prohřešky ve formě občasných překlepů, obrázků 2.1-2.3 neodkazovaných z textu práce či netypického odkazování na obrázky pouze číslem, např. „see 1.1“ na straně 1.	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

Vyjádřete 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**

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

Implementovaná aplikace je funkční, ale při jejím testování jsem narazil na následující nedostatky a chyby:

- Implementace překážek je velmi omezená a zjednodušená. Překážky jsou napevno zakódované ve zdrojových kódech aplikace, nelze tudíž definovat nové překážky, aniž by byl ručně přepsán kód shaderu, což považuji z praktického hlediska za nepoužitelné. Očekával bych definici terénu alespoň pomocí výškové mapy, která by se ve formě textury předávala do shaderu. I přes zjednodušenou implementaci se mi zdá funkčnost překážek diskutabilní a výsledky působí v porovnání s původním článkem jako nereálné.
- Velmi často dochází kombinací parametrů přístupných z uživatelského rozhraní ke vzniku nereálných tvarů vln. Z uživatelského hlediska by bylo vhodné omezit rozsah parametrů, aby tyto situace nenastávaly.
- V implementaci využíváte Gerstnerovy vlny pro výpočet horizontálního posunu vrcholů mřížky. Bohužel při nevhodném nastavení parametrů mohou vznikat smyčky, což je patrné zejména při nastavení větších rychlostí větru.
- Simulace produkuje reálně vypadající vlny pouze pro spektrum Pierson–Moskowitz.
- Chybí integrace dle vlnových čísel při výpočtu výsledné amplitudy vln, vše se jen sčítá.
- Z uživatelského hlediska postrádám možnost použít volnou kameru ovládanou myší pro detailní prozkoumání tvaru vln a vznikajících artefaktů.
- Aplikaci by prospělo uživatelské testování, které by odhalilo základní nedostatky implementovaného uživatelského rozhraní a pomohlo nastavit smysluplné rozsahy parametrů simulace. Z praktického hlediska by se hodila funkce pro reset celé mřížky a pro inicializaci mřížky dle zvoleného typu spektra vln.
- Chybí popis způsobu realizace interakce myši s vodním povrchem, resp. jak se modifikují hodnoty 4D mřížky.
- Některé simulační parametry nejsou přístupné z uživatelského rozhraní, např. rozlišení mřížky či profile bufferu.
- Postrádám porovnání dosažených výsledků s výsledky článku, dle kterého jste postupoval ve vaší implementaci.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

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

Předložená bakalářská práce splňuje zadání, autor vytvořil funkční aplikaci simulující vlny na hluboké vodě, nicméně implementace překážek v porovnání s pracemi, ze kterých autor vycházel, nepůsobí realisticky, což je důsledkem velmi zjednodušeného a z praktického hlediska nepoužitelného řešení. Aplikace je neodladěná z hlediska nastavení parametrů simulace, jejichž nevhodnou kombinací lze velmi často vytvořit nereálně vypadající vlny.

K práci mám následující otázky:

- V implementaci jste se omezil na použití lineární interpolace parametrů, zatímco v původním článku používají i kubickou interpolaci. Testoval jste jinou než lineární interpolaci a jak by se použití jiného typu interpolace projevilo na kvalitě výsledku?
- V implementaci využíváte Gerstnerových vln, u kterých mohou pro některé kombinace parametrů vznikat smyčky. Je ve zdrojových kódech aplikace tato situace detekována a ošetřena?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 10.6.2024

Podpis: