Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce	Bc. Jaroslav Vozár
Název práce	Surfel-cloud rendering
Rok odevzdání	2024
Studijní program	Informatika **Studijní obor** Počítačová grafika a vývoj počítačových her

Autor posudku RNDr. Jan Kolomazník PhD. **Role** oponent

Text posudku:

Diplomová práce se zabývá metodami optimalizace renderovacího času komplikovaných 3D modelů pro nasazení ve virtuální realitě (VR) a rozšířené realitě (AR). Tyto technologie kladou mimořádné nároky na hardware, protože je nutné udržet vysokou snímkovací frekvenci a minimální latenci, aby se předešlo pohybové nevolnosti uživatelů. Vysoká snímkovací frekvence je klíčová pro plynulost zobrazení, zatímco minimalizace latence zajišťuje, že reakce na pohyb hlavy uživatele je okamžitá. Tento problém je zvláště náročný u komplikovaných 3D modelů, které vyžadují značný výpočetní výkon, což představuje výzvu pro současný hardware.

Autor se zaměřil na dynamické řešení úrovní detailů (LoD), což je technika, která umožňuje upravovat množství detailů v 3D modelech v závislosti na jejich vzdálenosti od kamery. Autor porovnal různé algoritmy na základě jejich efektivity, jednoduchosti implementace a kompatibility s moderními grafickými API. Po podrobné analýze běžně používaných metod pro diskrétní i spojité LoD zvolil algoritmus *Blue surfels* jako nejvhodnějšího kandidáta. Tento algoritmus je navržen tak, aby poskytoval vysokou vizuální kvalitu při minimalizaci výpočetní zátěže. Provedená rešerše spolu s obsáhlým seznamem použité literatury slouží jako velmi dobrý úvod do problematiky, poskytující čtenáři důkladné porozumění základním konceptům a metodám.

V dalších kapitolách práce je podrobně diskutován samotný algoritmus, dostupné implementace a technologie, které autor zvažoval pro jeho implementaci. Volba padla na grafické API Vulkan, které nabízí možnosti pro velmi efektivní implementaci a využití paralelního programování. Vulkan API je známé svou nízkoúrovňovou kontrolou nad hardwarem, což umožňuje vývojářům optimalizovat výkon aplikací na úrovni, která není možná s jinými API, jako je OpenGL. Nicméně, tato flexibilita přichází s nevýhodami, jako je vyšší komplexnost a náročnost na debugování. Autor se musel vypořádat s řadou technických výzev, objevil i několik chyb v použitých nástrojích (RenderDoc, Visual Studio), jež byly po náhlášení opraveny.

Práce má především implementační charakter. Je psána kvalitní angličtinou a je dobře strukturovaná. Jednotlivá diskutovaná témata jsou doplněna srozumitelnými ilustracemi, které přispívají

k lepšímu pochopení problematiky.

K práci je přiložen archiv se zdrojovým kódem v jazyce C# za použití již zmiňovaného API Vulkan a shaderů v jazyce GLSL. Kód je čistý a přehledný, i když deklarace tříd a jejich metod by mohly být více komentovány.

V závěru práce autor prezentuje výstupy algoritmu na několika vybraných modelech a diskutuje nedostatky a případnou práci do budoucna na jejich odstranění. Diskuzi doplňuje měření času v závislosti na množství vykreslovaných surfelů, což poskytuje kvantitativní údaje o výkonu implementace.

Asi největší výtkou je absence kvalitativní analýzy implementovaného řešení. Prezentovaná metoda může generovat vizuální artefakty při snižujícím se počtu vykreslovaných surfelů, čili by bylo vhodné navrhnout metriku a porovnat kvalitu výstupu s ground-truth daty. Tyto výstupy spolu s analýzou rychlosti mohou sloužit jako základ pro heuristiku, jež volí množství vykreslovaných surfelů v závislosti na vzdálenosti od kamery (či jiném obdobném kritériu), tak aby došlo k co největšímu zrychlení, s minimální vizuální ztrátou. Navržená analýza by zahrnovala detailní testovací scénáře a srovnání s existujícími metodami, což by výrazně obohatilo výsledky a přispělo k lepšímu pochopení efektivity navrženého řešení.

Práci doporučuji k obhajobě.

Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.

V Praze dne 30. 5. 2024

Podpis: