

Název: Rtg. raytracing s použitím karet Nvidia Tesla/Fermi

Vedoucí: Mgr. Libor Švéda, Ph.D.

Typ: VZ + DP

Popis

Rtg. optika (zrcadla) může být komplexní systém mnoha zrcadel s komplikovaným tvarem. Zároveň je interakce/odraz rtg. fotonu složitější než v případě běžného světla, obzvláště s ohledem na silnou frekvenční závislost a případný rozptyl. Při klasické Monte Carlo simulaci takové optiky se simuluje průchod velkého množství náhodně generovaných fotonů optikou a zjišťují se parametry prošlého záření. Velká spektrální závislost jen umocňuje potřebný počet fotonů, neboť je třeba získat dostatečný signál pro různé vlnové délky. Potřebná přesnost výroby rtg. optiky je typicky submikronová, z toho vyplývá i nutnost vysoké numerické přesnosti. Nelze tedy použít běžné raytracery z počítačové grafiky.

V poslední době se začínají používat numerické akcelerátory nVidia Tesla/Fermi, které umožňují využívat plnou sílu velkého množství jader (až ~500 na jedné kartě) paralelně. Zároveň existují určité frameworky (např. OptiX), které umožňují vytvořit vlastní raytracer, který využívá předpřipravené metody rychlého nalezení odrazných ploch, lze doprogramovat libovolné povrchy, různé akce při interakci paprsku atd. Zároveň jsou uzpůsobeny pro fungování v paralelním prostředí nVidia Tesla/Fermi využívající prostředí Cuda. Programování v podstatě probíhá v C/C++.

Pro typický způsob použití takového raytraceru je však vhodná spíše tvorba simulačních skriptů - vytvoření optiky, vytvoření experimentu, proběhnutí experimentu, modifikace, opětovné proběhnutí, vytvoření reportu atd. Proto je vhodná kombinace s nějakým skriptovacím jazykem (např. Python), ze kterého bude raytracer volán.

Zadání VZ

1. Seznámení se s nVidia CUDA a základy paralelního programování, s Pythonem a jejich propojením.
2. Demonstrace použití kombinace nVidia CUDA + C++ + Python + numerický akcelerátor pro optické výpočty. Simulace výpočtu Fresnelovy difrakce v určité vzdálenosti (v podstatě numerická integrace) pro rtg. záření.
3. Vyhodnocení urychlení výpočtu reálného případu rtg. některé konkrétní rtg. optiky.

Zadání DP

1. Seznámení s nVidia OptiX, seznámení s Elya Solutions s.r.o. XAnn3D raytracovacím software.
2. Po dohodě se školitelem a na základě předchozích zkušeností a XAnn3D a OptiX návrh (UML, fungování) raytraceru pro rtg. reflexivní optiku v Python/C/Cuda/Optix. Návrh bude dostatečně obecný, aby umožňoval následné rozšiřování.
3. Implementace minimální varianty raytraceru, která bude zvládat:
 - a. obdélníkové plochy a 1D paraboly
 - b. zrcadlovou reflexi s výpočtem reflektivity na základě atomic scattering factors

- c. zdroj(e) mající definované spektrum a rovnoběžné paprsky
 - d. maticový detektor (detektory)
4. Demonstrace zrychlení raytracingu s použitím numerického akcelerátoru na typické úloze motivované projektem ESA XEUS.

Nutné předpoklady

- C/C++ (alespoň uživatelsky)
- Python (alespoň uživatelsky, ale není zcela nutný, lze se doučit rychle)
- základy UML modelování (alespoň minimální základy, malování struktury programu)
- numerika (bude třeba řada numerických metod, alespoň znalost jejich vlastností, pro výběr vhodné metody, vhodné absolvování nějakého kurzu numerických metod)
- CUDA (naučíte se, není třeba znát dopředu)

Výhledy a možnosti na Ph.D.

- doplnění následujících vlastností:
 - zdroj do mezikuželí
 - deformace ploch
 - detektor typu medipix
 - doplnění závislosti na polarizaci
 - generátory optik (KB, Wolter, Račí oko)
 - multivrstvy
 - výpočet difrakce podobně jako v případě bodu 1 VZ ale pro složitější optiky
 - zobrazování optiky pomocí OpenGL/DirectX
- použití více karet najednou
- vytvoření GUI pro jednoduché typizované optiky
- modifikace pro procházení skrz objekty - simulace tomografu