

ALGORITHMS OF LEVEL OF DETAIL IN OPENSCENEGRAPH

Dušan Hupka

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xhupka00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Jan Pečiva

E-mail: peciva@fit.vutbr.cz

Abstract: This thesis is focused on methods used by LOD and OpenSceneGraph library. Selection of the right level of detail in a scene is described. Subsequently, it is explained how to simplify 3D models and there is presented Exporter application. The reader should understand basic principles and algorithms used in Level of Detail topics.

Keywords: EEICT, Level of Detail, OpenSceneGraph, PagedLOD, Simplifikátor

1. ÚVOD

V dnešnom svete grafického a herného priemyslu sa kladie veľký dôraz na rýchlosť a optimalizovanosť výslednej implementácie. Výskumníci z celého sveta sa nezaoberajú len novými objavmi, ale aj zrýchlením a vylepšením už vymyslených produktov. Niekedy sa podarí článkom začať úplne nový smer v danom odvetví. Takýto článok sa podarilo napísať pánovi Jamesovi Clarkovi [1]. Jeho publikácia narážala na neoptimálnosť pri vykresľovaní modelov s veľkým počtom polygónov, ktoré vo výsledku zaberajú na obrazovke len pár pixelov. Naznačil, že takýto prístup nie je najlepší a kompletne popísal základnú myšlienku takzvaného statického Level of Detail.

V tejto práci budú stručne popísané princípy statického LOD a techniky zjednodušovania trojuholníkových modelov v knižnici OpenSceneGraph. Práca si kladie za cieľ informovať čitateľa o problematike LOD a algoritmoch, ktoré sa v tejto tématike považujú za kľúčové. Následne predstaví vyvíjanú aplikáciu na exportovanie modelov do požadovaných úrovni detailu.

2. TEÓRIA

Hlavná myšlienka statického alebo takzvaného diskretného LODu je založená na Clarkovej [1] práci. Idea je v tom, že ešte pri vývoji alebo pred spustením grafickej aplikácie využívajúcej LOD sa predvypočítajú viaceré úrovne detailu modelu a uložia sa do pamäte. Počas behu aplikácie sa už len na základe kritérií rozhodne, ktorá úroveň detailu sa z pamäti vyberie a následne zobrazí. Najbežnejšie kritéria pre rozhodnutie o správnej úrovni detailu je vzdialenosť od pozície pozorovateľa a spomínaná veľkosť v pixeloch vo výslednom zobrazení.

Takýto prístup má viacero výhod ale i nevýhod. Medzi tie najpodstatnejšie výhody patrí, že úroveň detailu sa vypočítavajú pred spustením aplikácie a teda prakticky nezáleží na dĺžke trvania výpočtov. Zároveň je v tomto prípade možná korektúra modelov ľudským vnemom. Medzi hlavné nevýhody statického Level of Detail patrí pamäťová náročnosť.

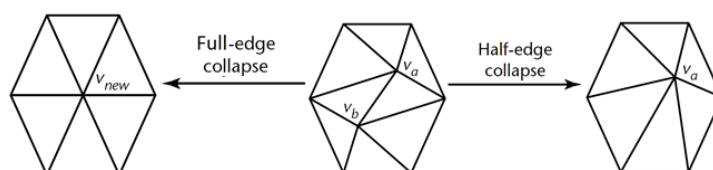
2.1. LOKÁLNE OPERÁTORY

Vytváranie rôznych úrovni detailu modelu je najčastejšie uskutočnené za pomoci zjednodušovania už vytvoreného detailného modelu. Tento proces vykonávajú takzvané lokálne operátory. Lokálne sa volajú preto, lebo operátor je aplikovaný na isté malé lokálne miesto modelu, ktoré je vyhodno-

tené ako najviac postrádateľné. Pri hľadaní najvhodnejšieho miesta sa používajú takzvané chybové metriky, ktoré ohodnotia dané miesto číslom vyjadrujúce chybu modelu po odstránení daného miesta.

2.2. OPERÁTOR ZJEDNOTENIE HRANY

Zjednotenie hrany sa považuje za najčastejšie používaný operátor [3]. Miesto vybrané týmto operátorom je práve jedna zvolená hrana na povrchu modelu. V zásade princíp spočíva v tom, že zvolená hrana sa zjednotí do jediného vrcholu. Tým sa zároveň odstráni aj dva polygóny, čím sa dosiahne zjednodušenie modelu. Metódu publikoval Hoppe v roku 1993 [2] a má 2 režimy: Half-edge a Full-edge. Prvý režim uskutočňuje zjednotenie hrany do jedného bodu, ktorý je zároveň jeden z pôvodných dvoch bodov. Naproti tomu, Full-edge režim počíta pozíciu výsledného bodu sofistikovanejšie. Najpoužívanejšia pozícia výsledného vrcholu je v strede zjednocovanej hrany. Existujú ale zložité výpočty ako vrchol určiť tak aby operátor spôsobil čo najmenší úbytok kvality. Podrobne ich popísal Hoppe v jeho publikácii [2].



Obrázek 1: Princíp Half-edge a Full-edge [3]

Okrem operátora pre zjednotenie hrany sú známe aj iné operátory. Napríklad operátor pre odstránenie vrcholu alebo zjednotenie trojuholníka. Tento článok sa však nimi nezaobrá.

2.3. LEVEL OF DETAIL V OPENSCEGRAPH

Grafická knižnica OpenSceneGraph pracuje, ako názov napovedá, s grafom scény. Táto dátová štruktúra pozostáva z uzlov, ktoré reprezentujú operácie, logiku a objekty v scéne. Graf scény je štandardne reprezentovaný stromom. Listy stromu vo výsledku znamenajú samotné grafické dáta. Vykresľovanie scény prebieha ako priechod vykresľovacím stromom od koreňa k listom.

Uzol LOD - Tento uzol v strome reprezentuje základné statické chovanie LOD. Pri vykresľovaní scény a pri priechode cez tento uzol sa vypočíta hodnota pre kritérium na určenie úrovne modelu (napr. veľkosť v pixeloch). Uzol LOD poskytuje možnosť zvoliť medzi oboma základnými kritériami. Potomkovia uzlu reprezentujú jednotlivé úrovne detailu a na základe vypočítanej hodnoty sa prístupní správny potomok, ktorý sa následne vykreslí.

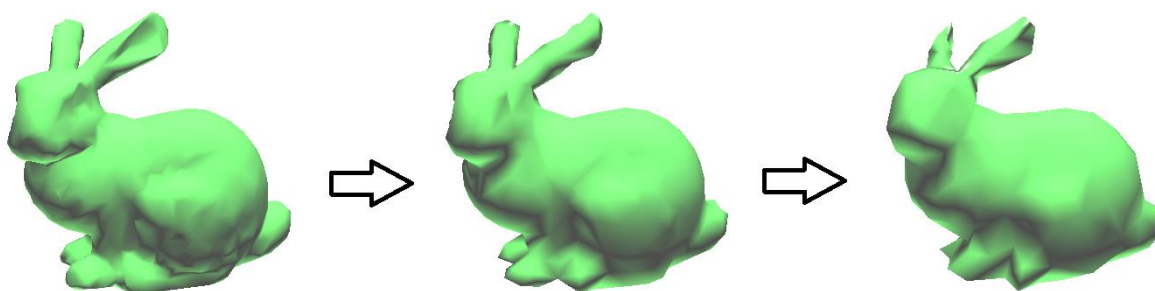
Uzol PagedLOD - Veľmi nápomocný uzol je PagedLOD. Vychádza z uzlu LOD s jedným hlavným rozdielom a to, že na rozdiel od LOD uzlu sa potomkovia načítavajú do pamäti až keď sú skutočne potrební. Pri obyčajnom LOD uzle sa všetci potomkovia načítajú do pamäti už pri štarte aplikácie.

Simplifier - V tomto prípade sa nejedná o uzol v grafe ale o triedu v OpenSceneGraph slúžiacu práve na zjednodušovanie modelu. Trieda využíva vyššie spomínaný operátor, a to Full-edge zjednotenie hrany s výsledným vrcholom v strede mazacej hrany.

3. IMPLEMENTÁCIA A VÝSLEDKY

V rámci tejto práce prebehla implementácia Exportéru, aplikácie pre konverziu modelov do ich LOD reprezentácie. Aplikácia je navrhnutá ako užitočný nástroj nielen pre vývojárov v OpenSceneGraph, ale aj pre vývojárov pracujúcich pod akoukoľvek inou knižnicou. Základná funkcionálna Exportéru je poskytnutie možnosti zjednodušiť model na požadovanú úroveň a pre

takto upravený model následne určiť vyhovujúce hodnoty pre kritéria na jeho zobrazenie. OpenSceneGraph má veľkú výhodu, že dokáže uložiť do súboru celý aktuálny graf scény. Z toho vyplýva, že užívateľ si v Exportéri nastaví pohodlne všetky potrebné úrovne detailu a následne si model uloží. V uloženom súbore sa okrem geometrie všetkých modelov nachádza už aj samotný uzol LOD (alebo PagedLOD) a tým pádom aj nastavenie pre prepínanie úrovne (hodnoty pre kritéria). Takýto súbor je možné použiť v akejkolvek Open-SceneGraph aplikácii s tým, že po načítaní takéhoto modelu do scény je správne prepínanie úrovne automatické bez ďalších zásahov do aplikácie. Bohužiaľ, tento komfort sa zatiaľ nedá aplikovať mimo aplikácie používajúce OpenSceneGraph. Pre takéto aplikácie Exportér dokáže zjednodušené modely uložiť do univerzálneho formátu OBJ a hodnoty pre kritéria uložiť zvlášť do textového súboru. Celý proces - nastavenie zjednodušovania a hodnôt kritéria, je možné spraviť manuálne, ale je dôležité povedať, že Exportér disponuje funkciou automatického konvertovania. Pri auto-matickej konverzii Exportér model sám vyhodnotí a zjednoduší na rôzne úrovne a nastaví optimálne hodnoty.



Obrázek 2: Výsledné zjednodušené modely (množstvo polygónov: 100%, 50% a 15%).

Užívateľ si v Exportéri môže vybrať medzi exportovaním do LOD uzlov alebo PagedLOD uzlov. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že mnou uskutočnené testy ukázali klady i zápory oboch týchto uzlov. PagedLOD uzol nie je za každých podmienok najlepšou voľbou. Hodí sa použiť pri pamäťovo náročných aplikáciách. Na druhú stranu, LOD uzol je jednoduchší a pre menšie modely aj rýchlejší a počas behu zaťažuje aplikáciu len minimálne.

4. ZÁVER

V tejto práci boli vysvetlené princípy statického Level of Detail v knižnici OpenSceneGraph a následne predstavená aplikácia Exportér. Táto dokáže uľahčiť množstvom ľudí prácu a to nielen pri vývoji aplikácií v OpenSceneGraph. Samo o sebe táto knižnica poskytuje mnoho prostriedkov na zobrazovanie LOD modelov, avšak doposiaľ nebola k dispozícii žiadna prehľadná aplikácia na ich tvorbu. Exportér má potenciál aj komerčného využitia vzhľadom na jeho možný export do štandardného formátu OBJ. Otvára sa ďalej možnosť rozšíriť Exportér aj pre podporu iných 3D formátov a možný je aj vývoj metrík a operátorov pre triedu Simplifier.

REFERENCE

- [1] Clark, J.: Hierarchical geometric models for visible surface algorithms. Communications of the ACM. 1976.
- [2] Hoppe, H., DeRose, T., Duchamp, T., McDonald, J., Stuetzle, W.: Mesh Optimization. Proceedings of SIGGRAPH 93. 1993.
- [3] Luebke, D., Reddy, M., Cohen, D.: Level of Detail for 3D Graphics. Morgan Kaufmann Publishers. 2003. ISBN 1-55860-838-9