

ANALIZA I TEHNIKE RENDERIRANJA

Bernik A.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Renderiranje je proces kojim se interaktivni element 3D računalne grafike pretvara u statični 2D objekt, sliku. Zahtjevi tržišta doveli su do razvoja dvije osnovne vrste renderiranja koje se biraju ovisno o završnom proizvodu. Svaki od osnovnih sustava renderiranja može se analizirati s obzirom na algoritme iscrtavanja koje koristi. Algoritmi podržavaju određeni skup osnovnih funkcija kojima se pokušavaju simulirati prirodni elementi poput osvjetljenja, sjena, loma zraka svjetlosti, fluida i sl. Kompleksnost matematičkih rješenja dovodi do punog opterećenja računalnih resursa koje se promatra kroz vrijeme potrebno za renderiranje jedne slike. Brzina je glavni faktor i najveći problem 3D računalne grafike. Razvojem računalne tehnologije proširuju se mogućnosti, otkrivaju se nove metode i vrijeme renderiranja potrebno za jednu fotorealističnu sliku.

Ključne riječi: Renderiranje, 3D model, algoritmi 3D računalne grafike, Raytracing, Scanline

Abstract: Rendering is the process by which the interactive element of 3D computer graphics becomes a static 2D object, a still image. Market demands have led to the development of two basic types of rendering the choice of which depends on the final product. Each of the primary rendering systems can be analyzed with regard to the rendering algorithms used. The algorithms support a set of core functions which tries to simulate natural elements such as lighting, shadow, refraction of light rays, fluids, etc. The complexity of mathematical solutions leads to a full load of computing resources that are seen through the time required for rendering an image. Speed is the main factor and the biggest problem of 3D computer graphics. The development of computer technology has led to the expansion of opportunities, to the discovery of new methods, and to shortening the time required for rendering a photorealistic image.

Key words: Rendering, 3D model, 3D computer graphics algorithms, Raytracing, Scanline

1. UVOD

Završni proces pretvaranja 3D modela u dvodimenzionalnu sliku naziva se renderiranje. To je proces koji pretvara 3D model, kompletnu scenu ili animaciju u 2D sliku simulirajući zrake svjetlosti. Obuhvaća široko područje primjene: arhitektura,

računalne igre, simulatori, filmska industrija i specijalni efekti. Svako ovo područje zahtijeva svoje algoritme, mogućnosti i tehnike prikaza. S obzirom na zahtjeve tržišta, razvijaju se različite varijante pogona (eng. engine) za renderiranje.

Neki od njih su implementirani u velike sustave namijenjene modeliranju i animiranju, dok je ostatak dostupan u vidu zasebnih aplikacija. Svaki sustav za sebe je složen skup funkcija temeljen na fizici svjetla, vizualnoj percepciji, matematici i programskoj podršci. Renderiranje u vidu 3D grafike može biti fotorealistično ili renderiranje u stvarnom vremenu. Korištena metoda ovisi o potrebama tržišta gdje se konačni proizvod koristi.

2. ALGORITMI RENDERIRANJA

Postoji mnogo primjenjivih algoritama renderiranja i u praksi se često kombinira nekoliko tehnika za dobivanje završnog proizvoda.

Scanline renderiranje i rasterizacija

Scanline je preferirana metoda renderiranja u području računalne grafike. Ova tehnika postoji kod videoigara i podržava ih većina znanstveno inženjerskog softvera pomoću OpenGL-a (eng. *Open Graphics Library*). Scanline iscrtava sliku pomoću geometrijskih dijelova koji se nazivaju primitivima. Primitivi u računalnoj grafici su trokuti i poligoni. Svaka scena ili objekt koji se renderira prolazi fazu analiziranja. Algoritam pronalazi primitive i piksele koji se ponavljaju te ih renderira višestruko brže u odnosu na metodu koja renderira piksel po piksel. Trokuti ili poligoni koji su veličine jednog pikesla nazivaju se mikro poligonima i predstavljaju najmanju veličinu poligona koji se treba renderirati.

Horizontalnim analiziranjem slike i primitiva dobivamo horizontalne trake po kojima se algoritam kreće. Bilježe se informacije o pikselima i u završnoj se fazi renderiranja analiziranim pikselima dodaje boja i svi potrebni elementi. Postupak dodavanja boje izlaznim pikselima naziva se rasterizacija.

Ray casting

Ray casting je algoritam koji se koristi tamo gdje je brzina iscrtavanja primarni element. Vrsnoća konačnog proizvoda nije naglašena i primjer ovog algoritma pronalazimo u simulacijama koje se izvode u stvarnom vremenu.

Geometrija se raščlanjuje piksel po piksel, redak po redak od točke gledišta prema van, na sličan način kao da se iz kamere isijava zrak do modela koji se raščlanjuje. Boja i ostale informacije se bilježe u trenutku dodira zrake i objekta. Postoji više metoda bilježenja boje, a najsofisticiranija je ona koja kalkuliра boju na temelju faktora osvjetljenja.

Radiosity

Radiosity je algoritam koji omogućuje direktno osvijetljenoj površini ponašanje kao indirektan izvor svjetlosti koji osvjetljuje druge površine. Algoritam stvara realističnije osvjetljenje i sjenčanje te se često koristi u interijerima. Trajanje simulacije ove tehnike varira o željenoj kvaliteti. Mnogo programa za renderiranje pristupa ovoj metodi i to tako da blagim intenzitetom osvijetli cijelu prostoriju faktorom koji se naziva ambijent.

Za što bolju sliku koriste se druge metode i zračenje. Jedna od njih je metoda kalkuliranja i praćenja zraka svjetlosti. Zraka svjetlosti ulazi u prostor i kod svakog odbijanja od obojene površine utjecaj boje se prenosi na sljedeću površinu. Broj odbijanja se unaprijed odredi i proporcionalan je dužini trajanja simulacije. Rezultat ove metode doprinosi iznimnom fotorealizmu, ali vrijeme generiranja jedne slike može trajati i nekoliko sati. Simulirane vrijednosti koje se dobiju prolaskom zraka kroz prostor se pohranjuju. Mogu se iskoristiti kasnije u ponovnim izračunima, čime se smanjuje vrijeme ponovne simulacije. Ako dođe do male preraspodjele objekata u sceni, ranije pohranjeni podaci o simulaciji mogu biti iskorišteni bez velikog utjecaja na rezultat renderiranja. Iz spomenutih razloga radiosity algoritam je postao jedan od vodećih tehnika renderiranja u stvarnom vremenu te je u cijelosti korišten u mnogim 3D filmovima.

Ray tracing

Ray tracing je dominantna metoda kada je riječ o izgledu scene. Za svaki piksel zaslona, zamišljene zrake kreću se iz kamere prema objektima. Analizira se presjek između zraka i objekata scene te se najbliži dio objekta do kamere iscrtava na ekranu. Ako je objekt reflektivan ili transparentan, osim prve zrake, isijavaju se dodatne zrake koje su orijentirane rezultatu odsjaja ili refleksiji objekta. Treće zrake koje puštamo u prostor odnose se na smjer osvjetljenja zbog generiranja sjena na objektima.

Ray tracing je globalizacija ray casting algoritma te omogućuje fotorealistične rezultate koji linearno produžuju vrijeme renderiranja.

3. ANALIZA SUSTAVA ZA RENDERIRANJE

Svaka od spomenutih metoda ima i slabosti. Zbog nedostataka primjene samo jednog pristupa, praksa pokazuje korištenje dviju ili više metoda renderiranja. Time bi se smanjili ili potpuno otklonili nedostaci pojedinog algoritma.

Prednosti Ray tracing algoritma

Omogućuje fotorealistične rezultate renderiranja podržane naprednim funkcijama odsjaja, svjetla i sjena. Koristi hijerarhijsko stablo za interakciju i detekciju objekata, čime se omogućuje vrlo brzi rad u velikim scenama. Podržava tehniku zamućivanja (eng. *motion blur*) i rad s različitim kamerama. Može imitirati optička svojstva leća, objektivna i posebnih distorzija.

Prednosti Scanline algoritama

Renderiranje se izvodi brzo ako je konačan broj poligona u određenim vidljivim granicama algoritma. Scena se iscrtava bez prethodnih analiza geometrije i piksela. Podržava posebne materijale koji omogućuju generiranje detalja na grubo modeliranim poligonima. Manje opterećuje središnji i grafički procesor. Algoritam omogućuje razne dijagnostičke stilove i renderiranje u stvarnom vremenu čak i bez hardverske podrške.

Nedostaci Ray tracing algoritma

Vrijeme renderiranja je vrlo dugo. Za svaki piksel iscrtavanog objekta isijavaju se tri zrake iz kamere. Svaka zraka se posebno prati i analizira te se cijeli proces računanja beskonačno ponavlja. Opterećenje je veliko i problem su zasićene brzine središnjih procesora koji upravljaju algoritmom.

Nedostaci Scanline algoritama

Proces koji negativno utječe na vrijeme renderiranja je pretvaranje primitiva u poligone. Što je poligon veći treba više računanja za jedan piksel koji se pridjeljuje poligonu. Renderiranje je neselektivno i fotorealistična primjena je zanemariva.

4. ZAKLJUČAK

Renderiranje kao završna faza vizualizacije 3D modela veliko je područje interesa računalne grafike. Omogućuje razne prikaze i načine rada čime se zadovoljavaju zahtjevi tržišta. Svjetska filmska industrija i industrija računalnih igara ovisе o tehnologijama i algoritmima renderiranja zbog brzine, kvalitete i cijene završnog proizvoda. Primjena se širi u područje gospodarstva i turizma gdje se izrađuju interaktivni virtualni prostori s mnogo informacija prikazanih korisniku na vrlo inovativan način.

Opisani algoritmi i tehnike renderiranja postižu odlične rezultate ovisno o njihovoj namjeni. Sam odabir algoritma se bazira na optimalnom utrošku resursa i potrebnom vremenu za postizanje željene slike. Problem je zasićenje hardverskih brzina i dugo vrijeme potrebno za generiranje finalnog proizvoda.

Kompleksnost renderiranja raste proporcionalno kako se u završni proizvod uključuje stvarno osvjetljenje, odsjaj, atmosfera, fluidi i drugi elementi koji doprinose realističnosti slike.

Može se reći da je renderiranje jedan od najzanimljivijih dijelova 3D računalne grafike koji se razvojem računalne tehnologije širi u sve aspekte ljudskog djelovanja.

5. LITERATURA

Birn J., 3D Rendering, dostupno na:

<http://www.3drender.com/glossary/3drendering.htm>

Carey B., Rendering Techniques, dostupno na:

gimp-savvy.com/BOOK/index.html?node71.html

Daylon Graphics, Rendering techniques, dostupno na:

www.daylongraphics.com/products/leveller/render/techniques.php

FuzzyPhoton, What is Raytracing, dostupno na:

<http://fuzzyphoton.tripod.com/whatisrt.htm>

Nettle P., Radiosity In English - The Basics, dostupno na:

www.flipcode.com/archives/Radiosity_In_English-The_Basics.shtml

Permadi F., Ray Casting Tutorial, dostupno na:

<http://www.permadi.com/tutorial/raycast/index.html>

Scott Owen G., HyperGraph, dostupno na:

siggraph.org/education/materials/HyperGraph/toc.htm