

Ray Tracing

Joyce Larissa Santos da Silva e Atanail Golçalver de Andrade¹

¹Engenharia de Computação - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Tucuruí – PA – Brazil

Abstract. *Graphical graphics have been pursuing an ever-faster search for a realistic image. Today, a technique that allows for a more realistic image is the "ray tracing". Nowadays, with a new technological generation, the graphic grid is already an integral part of the daily life of society and, as can be seen in TV commercials, cinema, video-games, etc., the emergence of applications in fields such as lighting, animation , special effects, virtual reality, flight simulation, among others. In some comic strips it is increasingly necessary to generate more sophisticated, more realistic and faster images. However, as the rulers were produced, the most realistic images to date are produced by computers and include all the others.*

Resumo. *A computação gráfica, tem caminhado em busca, cada vez mais rápida, de imagem realística. Hoje, a técnica que permite imagem mais realística é o "ray tracing". Atualmente, com a nova geração tecnológica, a computação gráfica já é parte integrante do dia-a-dia da sociedade e como se percebe em comerciais de TV, cinema, vídeo-games, etc, o surgimento de aplicações em campos como iluminação, animação, efeitos especiais, realidade virtual, simulação de vôo, entre outros. E em muitas destas aplicações cada vez é mais necessário gerar imagem mais sofisticadas, mais realísticas e mais rapidamente. Dentre as técnicas usadas neste segmento destaca-se o "ray tracing", pois é a que permitiu gerar as imagens mais realísticas até hoje produzidas por computadores e inclui todos os efeitos mencionados.*

1. Introdução

A Computação Gráfica se divide, basicamente, em duas áreas: Modelagem e Visualização. A primeira está relacionada com a construção dos objetos da cena a ser visualizada, utilizando bases matemáticas para isso. A segunda busca uma forma de representação visual dos objetos construídos. Neste trabalho apresentaremos um poderoso método de visualização chamado Ray Tracing. Nas primeiras seções deste trabalho introduziremos os conceitos básicos de Ray Tracing. Nas seções seguintes, falaremos sobre a aplicação e os efeitos produzidos atualmente. Falaremos também sobre o que se espera desta tecnologia de modelagem de visualização para o futuro.

2. Importância da iluminação

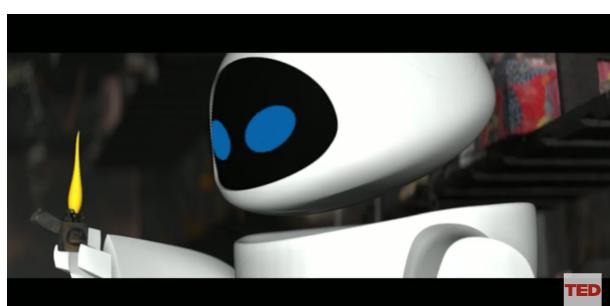
2.1. animação e jogos

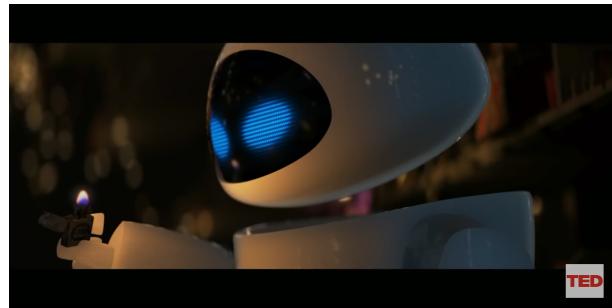
Durante um século de cinema, grandes nomes e até mesmo figuras anônimas trouxeram inovações tecnológicas e estilísticas à arte da imagem em movimento. Essas inovações fizeram a arte cinematográfica adquirir uma linguagem própria afastando-se do mero registro ou da linguagem teatral das primeiras ficções. Um dos elementos relacionados às

inovações técnicas da indústria do cinema é a iluminação, seja a natural, sob os efeitos que governam o clima, seja a artificial, que ano após ano se sofistica com novos equipamentos ou novos sistemas, como o digital, que advém da computação gráfica, que revolucionou o cinema ao criar o real ou o surreal a partir do virtual, simulando a iluminação natural e a iluminação artificial. Atualmente com a animação 3D, usa-se computação gráfica para fazer com que os objetos pareçam se mover no espaço 3D, e juntamente com diversos softwares de modelagem produzem grandes avanços visuais, o que exige a otimização da representação realista de fontes de luz e das sombras que são geradas. Isso também implica na visualização melhorada de texturas, que refletem a iluminação de maneira dinâmica e realista, possibilitando as empresas de desenvolvimento de games, aliadas às indústrias cinematográficas, a não deixam de impressionar jogadores ao redor do mundo com seus produtos cada vez mais realistas e atraentes. As figuras abaixo mostram a iluminação de um mesmo ambiente, mas, conforme o iluminação, coloca em nossa imaginação uma interpretação diferente da forma como as visualizamos.



As diferenças da etapa de modelagem para a iluminação e finalização são as mais notáveis no processo de criação seja de jogos ou animações.



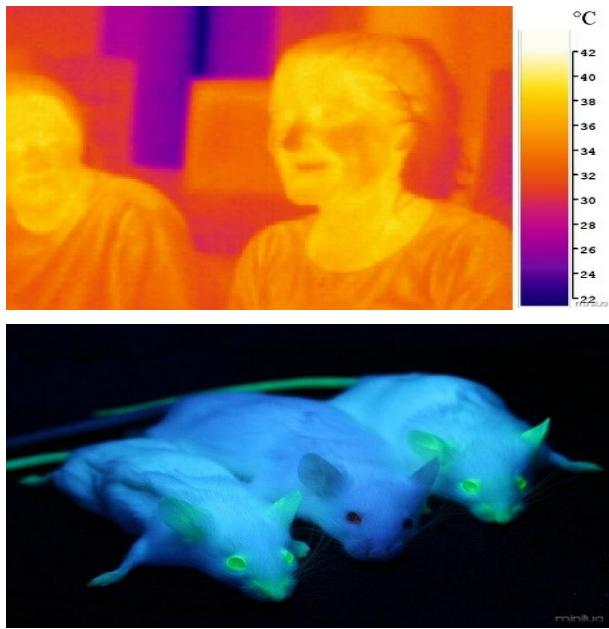


Observando as imagens acima não é difícil notar como a iluminação é importante em uma narrativa, servindo para transmitir a quem assiste o sentimento que a cena pretende passar.



3. Como nós vemos as cores?

O mundo a nossa volta é um local colorido e cheio de variações que atraem nossos olhos. Mas como e por que nós enxergamos todas essas cores? As cores são dependentes da luz, sem ela não há cor, sobrando apenas o vazio, representado pelo preto que, apesar de ser uma cor, é a “ausência” de luz. É por esse motivo que colocar um prisma a receber a luz do Sol faz com que ele mostre diversas cores do outro lado, isso é apenas a luz branca sendo dividida em todos seus pedaços. A luz que vem do Sol até aqui é chamada de “luz branca”, pois, ao contrário do preto, ela contém todas as cores dentro de si. O que difere uma cor da outra é um simples fenômeno físico: O comprimento de onda. As cores são ondas do espectro eletromagnético vibrando em velocidades diferentes. Quando mais rápida é uma onda, mais azulada ela fica, já quando está mais lenta, mostra o vermelho. O olho humano só enxerga um pequeno pedaço do espectro de ondas, por isso que nós ouvimos falar da radiação ultravioleta (que possui ondas muito rápidas para que nossos olhos consigam captar) e também ouvimos falar do infravermelho (que é uma espécie de luz com onda tão lenta que nossos olhos não enxergam).



O processo de ver a cor de um objeto vem da interação dele com a luz que chega. Quando a luz branca bate em alguma coisa, como uma maçã, boa parte da luz acaba sendo absorvida e vira calor que esquenta a fruta, já o resto que sobra da luz branca é refletida. No caso da maçã, a parte mais vermelha do espectro é refletida, o que faz nós enxergarmos ela com a cor vermelho. O mesmo ocorre com objetos azuis, que refletem as luzes com comprimento de onda mais curtos. Já no caso do preto, todos os comprimentos de luz são absorvidos pelo objeto, dando a impressão de que ele não tem cor alguma.

4. RAY TRACING

4.1. Evolução

Os primeiros estudos sobre Ray tracing são da década de 1960. O Ray tracing foi desenvolvido em 1968 como um algoritmo para simulação de trajetórias de projéteis balísticos e partículas nucleares. A Apple foi a primeira a apresentá-lo como uma ferramenta para o cálculo de sombras em Computação Gráfica. Na época, os computadores eram lentos demais para possibilitar o uso dessa técnica, e as aproximações descritas anteriormente eram mais usadas. À medida que os computadores foram ficando mais poderosos, notou-se que seria interessante voltar atrás e implementar os modelos de iluminação global. A partir daí, o algoritmo de Ray Tracing foi estendido e implementado. Sua implementação inicial ocorreu em 1980 quando já era possível criar imagens com sombras, reflexões, transparência e refrações. Em 1984, o algoritmo de Ray Tracing sofreu modificações possibilitando efeitos de penumbra, motion blur, depth of field (veja seção hiper-realismo) entre outros. Hoje em dia, Ray tracing é uma das mais populares e poderosas técnicas de síntese de imagens de fácil implementação. Ray tracing possibilita a representação de cenas complexas com muitos objetos e muitos efeitos (como sombras e vários tipos de reflexões). O princípio do Ray tracing é simular a geometria ótica envolvida no trajeto de alguns raios de luz que viajam pelo espaço da cena.

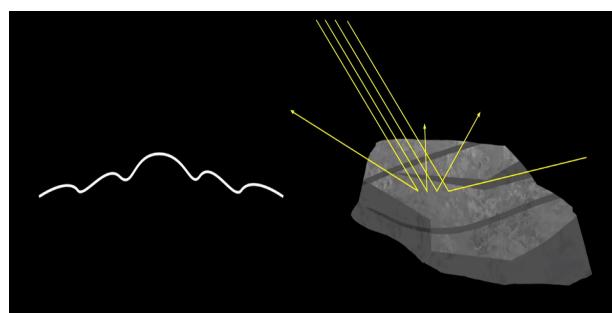
4.2. O que é Ray Tracing?

Ray tracing é um método utilizado pelo algoritmo chamado “Ray Tracing”, baseia-se na simulação do trajeto que os raios de luz percorreriam no mundo real, mas, neste caso, de

trás para a frente. Este método pode ser entendido como uma técnica de renderização de imagens com o objetivo de apresentar, com a maior naturalidade possível fenômenos de iluminação, sombra e contraste. Tais características só são observadas em espaços reais, de renderização de gráficos tridimensionais por computadores. Essa técnica busca criar imagens do ambiente 3D de um jogo e reproduzir, na tela ou em óculos de real virtual, uma simulação do trajeto feito pelos raios de luz dos objetos até olhos do jogador.

4.3. Como ocorre na natureza

Na natureza, uma fonte de luz emite um raio de luz que viaja e eventualmente é interrompido por uma superfície. É possível pensar nesse raio como uma seqüência de fótons viajando por um mesmo caminho. No vácuo esse raio é uma linha reta, mas na realidade três coisas podem acontecer com esse raio: Absorção, reflexão e refração.



A figura acima mostra como ocorre a reflexão difusa, também conhecida como difusão da luz. Os raios de luz incidem paralelos uns aos outros sobre uma superfície irregular e são refletidos em várias direções até atingirem os objetos de destinos. Uma superfície pode refletir parte ou todo o raio em uma ou mais direções, pode ainda absorver parte do raio, resultando em perda de intensidade da luz refletida ou refratada. Se a superfície possui propriedades transparentes ou translúcidas, e refrata uma porção da luz dentro de si numa diferente direção enquanto absorve alguma (ou toda) parte do espectro (possivelmente alterando a cor). Depois de refratadas, refletidas o raio continua seu trajeto e pode atingir novas superfícies que alteram as propriedades desse raio. Alguns desses raios podem viajar e atingir o nosso olho e permitindo-nos ver.

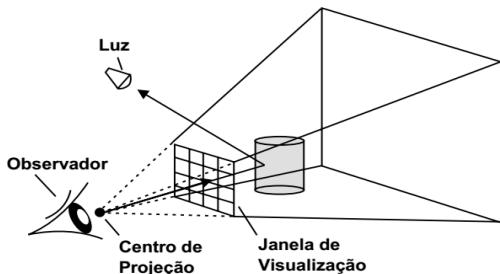


A figura acima é uma demonstração de incidência e trajetória de raios do sol refletidos de forma natural, o que seria impossível de ser abstraído por qualquer técnica de programação, além de gerar uma grande perda de recursos computacionais.

5. GEOMETRIA DE VISÃO DO “RAY TRACING”

Por motivos computacionais, o modelo utilizado é o contrário do que realmente acontece quando vemos uma cena. Isto é, normalmente um raio de luz originário no objeto chega

aos nossos olhos. Nessa técnica, supõe-se que um raio originário de nossos olhos chegue até o objeto que se quer renderizar. Pelas leis da ótica, essa reversão não provoca alteração alguma na geometria envolvida. Devido à essa inversão ser tão comum, raramente se usa o adjetivo reverso para Ray tracing.



Conforme verificado na figura, o ângulo de visão da cena pelo observador, a região de influência de cada pixel, simbolizada pela grade retangular, o ponto da cena real que corresponde a esse pixel e a fonte de luz que originou o raio. Na realidade, uma ou mais fontes de luz iluminam uma cena com um número infinito de raios de luz. Apenas uma pequena parte desses raios é refletida dos objetos da cena e atinge o olho do observador. Como apenas esses raios nos interessam, podemos traçá-los de volta para o objeto e deste para cada fonte de luz. Inserindo uma tela em algum ponto entre o observador e a cena, traça-se um raio do olho do observador até cada pixel da tela e deste para qualquer objeto que a fonte de luz ilumine. O resultado final será que as cores e intensidades que serão associadas à tela produzirão uma imagem como uma fotografia.

O algoritmo básico de Ray Tracing, então, pode ser descrito como: Considerando um centro de projeção, no plano de visão Para (cada linha horizontal de varredura da imagem – scan line) Para (cada pixel da linha de varredura) determinar raio que vai do centro de projeção ao pixel Para (cada objeto da cena) Se (objeto for interceptado pelo raio é a interseção mais próxima até agora) registrar interseção e o objeto interceptado atribuir ao pixel a cor do objeto da interseção mais próxima

O recurso age por meio de uma simulação da trajetória contrária à luz natural feita pela luz sobre a superfície, de cada pixel em direção aos olhos do objeto a ser atingido, algo que explica o nome do mecanismo, traduzido por “raios de luz”. Assim, características do comportamento da luz no cenário podem ser levadas em consideração durante o desenvolvimento, por exemplo, de um jogo. O resultado é a capacidade de simular efeitos de luz, sombra e contrastes de forma mais precisa e possibilitar um cenário mais imersivo e próximo da realidade.



O método pode ser entendido por uma técnica de renderização de imagens com o objetivo de apresentar, com a maior naturalidade possível, fenômenos de iluminação,

sombra e contraste. Essas características só são observadas em espaços reais, fora dos games.

6. Path tracing

Path Tracing é um algoritmo de renderização semelhante ao traçado de raios, no qual os raios são lançados a partir de uma câmera virtual e traçados através de uma cena simulada. O rastreamento de caminho usa amostragem aleatória para computar de forma incremental uma imagem final. O processo de amostragem aleatória possibilita a renderização de alguns fenômenos complexos que não são tratados no traçado de raios regulares, mas geralmente leva mais tempo para produzir uma imagem traçada pelo caminho de alta qualidade. Amostragem Aleatória A amostragem aleatória no rastreio de caminho faz com que o ruído apareça na imagem renderizada. O ruído é removido permitindo que o algoritmo gere mais amostras, ou seja, valores de cor resultantes de um único raio. No caminho, os raios são distribuídos aleatoriamente dentro de cada pixel no espaço da câmera e em cada intersecção com um objeto na cena um novo raio de reflexão, apontando em uma direção aleatória, é gerado. Após alguns saltos, cada raio eventualmente sai da cena ou é absorvido. Quando um raio termina de circular na cena, um valor de amostra é calculado com base nos objetos em que o raio saltou. O valor de amostra é adicionado à média do pixel de origem. As amostras em uma imagem rastreada por caminho são distribuídas uniformemente por todos os pixels. A cor de cada pixel é a média de todos os valores de amostra calculados para esse pixel.



Tempo de renderização Não há resposta definitiva para quanto tempo levará para renderizar uma cena. A orientação geral é que quanto mais tempo você renderizar uma imagem, melhor ela se tornará. O tempo necessário para renderizar uma imagem bonita depende de quão bem iluminada é a cena, quantas amostras por segundo o renderizador pode produzir (dependendo da velocidade da CPU) e quantos pixels a tela possui.

7. Aplicação do Ray tracing na atualidade

O Ray tracing é uma técnica usada em computação gráfica que permite criar imagens muito realistas, e atualmente As GPUs não são potentes o suficiente para realizar o traçado de raios em todos os elementos. Por este motivo Raytracing é usado com bastante frequência para fazer CGI em filmes e vários jogos já usam formas de raytracing. Por exemplo, os desenvolvedores podem usar o raytracing offline para fazer coisas como pré-calcular o brilho de objetos virtuais antes de distribuir seus jogos. Veja abaixo, alguns exemplos de como pode ser as cenas de jogos utilizando DirectX Raytracing:



Exemplo de sombreamento em jogos 3D



Reflexão em tempo real em filmes

Atualmente é possível que os desenvolvedores criem jogos que usam rasterização para que algumas de suas renderizações e traçados de raios sejam usados para todo o resto. Por exemplo, os desenvolvedores podem criar um jogo onde grande parte do conteúdo é gerado com rasterização, mas, o DirectX Raytracing calcula as sombras ou reflexos, ajudando em áreas onde a rasterização está ausente.

8. Inovações

A Nvidia apresentou uma nova geração de placas gráficas que promete mudar por completo o panorama dos videojogos graças à tecnologia ray tracing. A revolucionária arquitetura NVIDIA Turing, junto com a nova plataforma GeForce RTXTM, combina o Ray Tracing em tempo real, a inteligência artificial e o sombreamento programável para oferecer uma experiência totalmente nova nos games. Os sombreadores programáveis definem os gráficos modernos. As GPUs Turing contam com novas tecnologias avançadas de sombreamento que são mais poderosas, flexíveis e eficientes do que nunca. Junto com a GDDR6 — a memória mais rápida do mundo —, esse desempenho permite que você curta seus games com configurações nos níveis máximos e taxas de frames incrivelmente altas. O Ray Tracing é a solução definitiva para iluminação, reflexos e sombras realistas, oferecendo um nível de realismo muito além do que é possível com técnicas tradicionais de renderização. Turing é a primeira arquitetura de GPU que suporta Ray Tracing em tempo real.

9. O Futuro

Entre diversas informação, divulga-se que Tecnologia ‘ray tracing’ pode trazer a maior revolução gráfica dos últimos 10 anos. A NVIDIA anunciou recentemente, como serão os gráficos do futuro em suas novas placas: RTX2060, RTX 2070, RTX 2080 e a RTX 2080 Ti. Esta é a grande novidade na qual a marca está apostando. Mas, Até agora, o que

mais o que mais chama atenção foi que durante a GDC 2018, a nVidia anunciou que está a trabalhar com a Microsoft no desenvolvimento da API chamada DirectX Raytracing — DXR. Essa nova API evoluirá o que temos no DirectX 12, permitindo que os futuros jogos possam trabalhar com ray tracing no lugar da tradicional rasterização, usando os futuros processadores gráficos dedicados. Raytracing e IA - RTX é a nova superplaca de vídeo da Nvidia, Empregando tecnologias de processamento de inteligência artificial e os núcleos RT dedicados ao ray tracing introduzidos pela arquitetura Turing, a placa tem o dobro de memória da RTX 2080 Ti. Nvidia também apresentou uma nova tecnologia de renderização gráfica por meio de Inteligência Artificial. O recurso é uma aposta da marca para o futuro, com a ideia de criar imagens totalmente computadorizadas em filmes e games.



A nova placa premium traz especificações técnicas interessantes. Seu processador gráfico (GPU) vem com 4.608 núcleos CUDA de processamento e há ainda 72 unidades RT dedicadas ao ray tracing. Gráficos - A Nvidia também lançou uma demonstração de gráficos gerados por inteligência artificial, uma das apostas da marca para o futuro do entretenimento digital, indo de games a filmes. O gráfico chama atenção por que usa gráficos totalmente criados pelo computador. Desafios - A fabricante reconhece também que a tecnologia ainda engatinha e aplicações comerciais reais dela podem estar longe de acontecer. Apesar disso, traça um paralelo interessante que em conjunto com o ray tracing que pode se tornar realidade.

9.1. Real Time Ray Tracing

Como já foi dito anteriormente ray tracing tem grande importância utilidade em animações, porém em filmes não é preciso haver um cálculo de raio de luz "ao vivo" pois as cenas são planejadas e tudo que aparece na tela é previamente analisado mas em casos em jogos em que o jogador fica imerso em um mundo cheio de cores e formas, é preciso um trabalho muito maior quando se quer apresentar uma imagem mais realista e por isso usa-se o "real time ray tracing" que começou a ser usado recentemente fazendo jogos se parecerem ainda mais com o mundo real, esse novo recurso permite que haja um cálculo ao vivo das luzes seja luzes interagindo entre si ou interagindo com diferentes texturas e objetos até mesmo partículas no ar e fumaça, esse tipo de cálculo requer um poder computacional enorme e por isso apenas recentemente a NVIDIA disponibilizou para venda placas para o público externo. A imagem abaixo é um exemplo do que foi citado sobre a luz interagindo com fumaça e partículas.



As luzes interagem uma com as outras, refletem em superfícies e se misturam com a fumaça.

Referências

@inproceedingsparker2005interactive, title=Interactive ray tracing, author=Parker, Steven and Martin, William and Sloan, Peter-Pike J and Shirley, Peter and Smits, Brian and Hansen, Charles, booktitle=ACM SIGGRAPH 2005 Courses, pages=12, year=2005, organization=ACM

@bookglassner1989introduction, title=An introduction to ray tracing, author=Glassner, Andrew S, year=1989, publisher=Elsevier

<https://medium.com/@playkey/how-real-time-ray-tracing-works-fce0b5589c1e>