

Sistemas de Iluminación Avanzada

Principales Técnicas

- En 1980 se publicó el algoritmo básico de **ray tracing** (T. Whitted).
- En 1984 se publicó el procedimiento básico de **radiosidad**.
- En 1984 se dieron a conocer métodos estocásticos de ray tracing que llevarían a la introducción sistemática de los **métodos de Monte Carlo**.
- En 1986 Kajiya publicó un famoso artículo en el que adaptaba procedimientos del campo de la física a una formulación general de simulación, lo que se conoció como la rendering equation, y en el que también se proponía otro algoritmo importante, **path tracing**.
- Hacia 1990 puede decirse que había dos grandes grupos de algoritmos o métodos de IG: los basados en ray tracing (que eran ineficaces para computar la iluminación indirecta difusa) y los basados en radiosidad (que eran ineficaces para computar la iluminación indirecta reflejada).

De esta situación derivaron nuevos métodos que combinaban ambas técnicas en dos o más pasos y que se denominaron, en consecuencia, "métodos multipaso" (multipass methods). Las aplicaciones más eficaces utilizaban ya métodos híbridos (como los actuales), que combinaban radiosidad y ray tracing.

- En 1988 Ward publicó un artículo, ampliado en 1992 (con Heckbert) en el que proponía un método de recolección e interpolación que pasó a denominarse de **radiancia o irradiancia** (o irradiance catching).
- En 1995 Jensen dio a conocer otro método, **photon mapping**.
- Hacia 1997 también se comenzaron a utilizar sistemas basados en **HDRI (High Dynamic Range Images)** o "luminación basada en imagen" a partir de un método desarrollado por Paul Debevec, en buena parte a partir de los trabajos de Ward, para utilizar una imagen como fuente de luz de la escena y conseguir así una representación cromática mucho más fiel a la realidad.

Técnicas Complementarias

- Entre las más recientes y más conocidas están los diversos métodos para generar **cáusticas**.
- Otra técnica notable, también relativamente reciente es **Sub-Surface Scattering** (abreviada a veces como "SSS" o "3S") que se presentó en Siggraph 2001 por Henrik Wann Jensen (que ya había introducido previamente la técnica de proyección de fotones), para simular objetos translúcidos con resultados espectaculares.

Clasificación Métodos Principales Disponibles

Desde el punto de vista de su rendimiento los métodos disponibles se pueden clasificar en varios grupos. Una clasificación más o menos corriente es la que sigue.

Métodos Exactos frente a Métodos Aproximados.

Los métodos "exactos" se basan en una resolución directa de la rendering equation (mediante métodos de Monte Carlo o pseudoMonte Carlo) mientras que los aproximados se basan en una aproximación más tosca. Ejemplo característico de lo primero sería path tracing en sus diferentes variantes. Ejemplos de lo segundo son Radiosidad, Proyección de fotones o Irradiancia. Es decir, todos los principales.

Ventajas y Desventajas Métodos Exactos:

Las ventajas de los métodos exactos son que producen resultados más precisos, que sus deficiencias sólo se traducen en ruido, que requieren pocos controles y que no requieren gran cantidad de memoria. Las desventajas, que son muy lentos, que no pueden computar determinados efectos (por ejemplo, cáusticas) y que no permiten grabar resultados previos que luego puedan ser refinados.

Ventajas y Desventajas Métodos Aproximados:

Las ventajas de los métodos aproximados serían que su mayor o menor precisión puede adaptarse a los diferentes casos, con lo que pueden ser más rápidos, que en algunos casos pueden computar efectos tales como cáusticas, que permiten ajustar los requisitos de calidad y que permiten grabar resultados previos para refinarlos después. Las desventajas, que son menos precisos (aunque la precisión puede aumentarse casi indefinidamente), que sus deficiencias se traducen en varios tipos de artefactos, además de ruido, que pueden requerir ajustes específicos, que, como consecuencia de esto, requieren más controles y son más difíciles de utilizar, y que en algunos casos se puede necesitar una gran cantidad de memoria.

Métodos de Trazado frente a Métodos de Recolección.

Los métodos de trazado envían rayos desde las luces hacia la escena. Los de recolección envían rayos desde la cámara, en función de la resolución. Ambos pueden ser exactos o aproximados. Ejemplos de métodos de trazado exacto sería Light tracing y de métodos de trazado aproximado, la proyección de fotones o los estadios iniciales de radiosidad. Ejemplos de métodos de recolección serían path tracing, irradiancia y los estadios finales de radiosidad.

Ventajas y Desventajas Métodos de Trazado:

Las ventajas de los métodos de trazado serían que pueden simular con facilidad algunos efectos característicos. La desventaja principal es que no tienen en cuenta la resolución ni la visibilidad de determinados objetos por lo que se desperdicia potencia de cálculo.

Ventajas y Desventajas Métodos de Recolección:

Las ventajas de los métodos de recolección son exactamente las contrarias: son más eficientes pues adaptan la potencia de cálculo a las características de la escena. También permite simular mayor diversidad de efectos que los anteriores, tales como el efecto de luces de entorno o de objetos luminosos (aunque no cáusticas).

Métodos Dependientes del Punto de Vista frente a Métodos Independientes del Punto de Vista.

Los métodos de trazado son en general independientes del punto de vista mientras que los métodos de recolección permiten ambas alternativas.

Las ventajas y desventajas son obvias. Los métodos independientes del punto de vista no necesitan ser recalculados cuando se cambia el punto de vista. Pero, por esto mismo, son poco eficaces si el punto de vista no se va a cambiar demasiado. Y con los dependientes del punto de vista pasa lo contrario.

¿Cuál Utilizar?

De todo esto se desprende que la mejor solución es, si es posible, utilizar sistemas híbridos que utilicen más de un método para llegar a un resultado óptimo. Esto debe permitir entender mejor la estrategia de plug-ins como Mental Ray o V-Ray. En la práctica, la mayoría de los métodos comerciales son híbridos y utilizan una combinación de las técnicas citadas. También hay que decir que los mejores resultados se encuentran en plug-ins que se instalan como complementos sobre las plataformas de simulación más conocidas.

Así, Mental Ray utiliza básicamente photon mapping pero con sistemas adicionales de recolección (final gathering). V-Ray, FinalRender o Brazil, que son algunos de los motores de render más populares (en 2006), utilizan combinaciones diversas de photon mapping e irradiance caching. En el propio motor de render de Max se encuentra diversas combinaciones, desde métodos básicos de proyección de rayos (light tracer) hasta diversas formas de aplicación de radiación (directa o con recolección) aunque menos eficientes que las de los sistemas citados.

Cáusticas

Cuando los rayos luminosos que se emiten desde un punto, atraviesan una lente o un medio imperfecto, forman un haz que no converge hacia un punto imagen sino que se dispersa en torno a una curva cuyas propiedades geométricas fueron estudiadas por primera vez en el siglo XVII (por Tschirnhausen, en 1682, pero también por Huygens y, posteriormente, por Lagrange, en el XVIII y Quetelet y Cayley en el XIX, entre otros).

Los patrones de luz que se forman cuando una fuente de luz atraviesa una botella o un vaso, o los que se forman en el fondo de una piscina o sobre su superficie, son ejemplos característicos de cáusticas. Las cáusticas no se pueden simular con los métodos corrientes de cálculo de iluminación avanzada como ray tracing o radiación. Sin embargo sí es posible simularlas con métodos específicos, particularmente adecuados para generar estos efectos, como ocurre con los métodos basados en la emisión de fotones.

Técnicas de Iluminación de Algunos Motores Render

Yafray

- Iluminación global completa
Yafray permite iluminar escenas mediante un sistema de iluminación global completo, empleando aproximaciones Montecarlo y Quasimontecarlo. Para solucionar problemas de iluminación en espacios interiores, dispone de un sistema de mapeado de fotones (PhotonMapping), que junto con el caché de irradiación (Irradiance Cache) y refinamiento de sombras, permite obtener resultados de calidad.
- Iluminación Skydome
Este sistema de iluminación se basa exclusivamente en la luz que proviene de un cielo emisor, con el cálculo de sombras suaves que ello conlleva.
- Iluminación HDRI
La iluminación se basa en la información de luz contenida en una imagen del tipo HDR. Puede usarse con Skydome o GI completa.
- Cáusticas
Con YafRay podemos simular los efectos de iluminación causados por la distorsión de luz que provocan los materiales reflectantes y transmisores como el cristal o los espejos.
- DOF Real
Con esta característica, es posible reproducir el efecto de enfoque natural de las lentes. Tras enfocar un punto en la escena, comienzan a desenfocarse progresivamente, los objetos que se alejan del mismo.
- Reflexiones borrosas (blurry/glossy)
Cuando una superficie no es un reflector perfecto, se produce una distorsión en el reflejo que crece según se aleja el objeto reflejado. Esta distorsión es causada por una microscópica superficie rugosa.

<http://www.yafray.org/index.php?s=10>

Kerkythea

- Classic Ray Tracing.
- Path Tracing (Kajiya).
- Bidirectional Path Tracing (Veach Guibas).
- Metropolis Light Transport (Kelemen, Kalos et al.).
- Photon Mapping (Jensen) [mesh maps, photon maps, final gathering, irradiance caching, caustics].

- Diffuse Interreflection (Ward).
- Depth Rendering.
- Mask Rendering.
- Clay Rendering.

http://www.kerkythea.net/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=48

3DELIGHT

- Ray tracing hidden to trace primary rays instead of using REYES.
- Global Illumination (including photon mapping, final gathering and high Dynamic range lighting and rendering).
- Multiple shadow maps can be aggregated into one single shadow map file for easier access. This can serve, for example, to store six shadow maps in one file for point light shadows.
- 3Delight offers a powerful and flexible interface to render outlines such as those necessary for toon rendering.
- Realistic motion blur.
- Depth of field.

http://www.3delight.com/en/index.php/products/3delight/3delight_overview

http://www.3delight.com/en/index.php/products/3delight/3delight_features

Aqsis

Aqsis 1.0 is strictly a local illumination renderer, but global illumination effects can be simulated with very good results.

- Solid Modeling.
- Level of Detail.
- Motion Blur.
- Depth of Field.
- Displacements.
- Volume Shading.
- Ray Tracing - not supported in 1.0 and 1.1, but planned for 1.2
- Global Illumination - not supported
- Area Light Sources - not supported
- Catmull-Clark subdivision surfaces (SDS).

- Ambient occlusion.
- Arbitrary output variables (AOV).
- High dynamic range (HDRI) images.
- Dynamic shadeops (DSO).
- Layered shaders.
- Deep shadow maps (DSM) - planned for 1.1/1.2

<http://wiki.aqsis.org/doc/gi>

Pixie

Pixie is a photorealistic renderer that uses a RenderMan-like interface.

Pixie supports global illumination and photon mapping. The mechanism for global illumination is very similar to the new extensions introduced with PrMan 11.

- Programmable shading.
- Motion blur.
- Depth of field.
- Raytracing.
- Scan-line rendering.
- Area-light sources.
- Occlusion culling.
- Global illumination.
- Caustics.
- High quality shadow.
- Texture,environment mapping.
- DSO shaders.
- Network parallel rendering.
- HDR input/output.
- custom display drivers.

<http://pixie.sourceforge.net>

<http://www.cs.utexas.edu/~okan/Pixie/pixie.htm>

https://renderman.pixar.com/products/news/prman11_release.html

Sunflow

Sunflow is an open source rendering system for photo-realistic image synthesis. It is written in Java and built around a flexible ray tracing core and an extensible object-oriented design. It was created as a framework for experimenting with global illumination algorithms and new surface shading models.

Global illumination engines

Irradiance caching

"Instant GI based on "Illumination in the Presence of Weak Singularities" (Thomas Kollig, Alexander Keller)

Path tracing

Fake ambient term

Ambient occlusion

<http://sunflow.sourceforge.net/index.php?pg=feat>