

2018-2019年度第二学期 00106501

计算机图形学



童伟华 管理科研楼1205室

E-mail: tongwh@ustc.edu.cn

中国科学技术大学 数学科学学院

<http://math.ustc.edu.cn/>





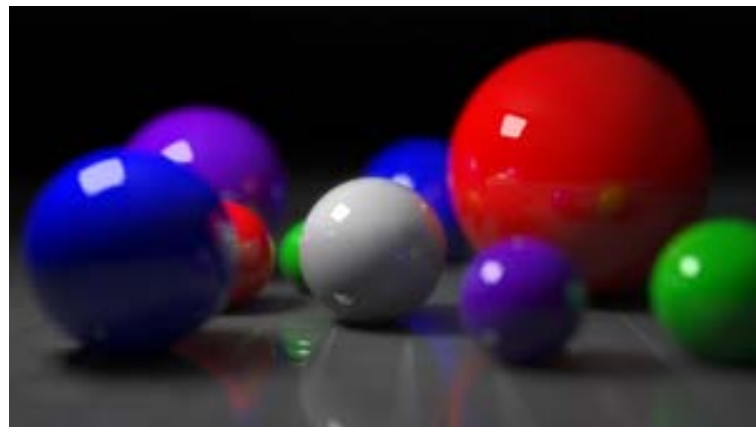
第三节 高级绘制软件

光线跟踪方法



- 目前光线跟踪方法主要在CPU上实现，仅有NVIDIA最新的显卡RTX 2080支持光线跟踪的硬件加速
- 优点
 - 易于实现
 - 支持镜面反射、折射、阴影等效果
 - 绘制结果逼真
 - 适合并行实现
- 缺点
 - 计算量大
 - 对漫反射、散色等支持不够
- 改进
 - 通过引入空间结构，譬如kd-tree、BSP-tree等空间结构进行加速
 - 利用Bidirectional path tracing或Photon mapping来支持漫反射、散色等

光线跟踪方法效果图



光线跟踪方法大事记



- 1980 Ray tracing (Whitted, T. (1980). An improved illumination model for shaded display. *Communications of the ACM* 23 (6), 343-349.)
- 1984 Octree ray tracing (Glassner, A.S. (1984). Space subdivision for fast ray tracing. *IEEE Computer Graphics & Applications* 4 (10), 15-22.)
- 1984 Distributed ray tracing (Cook, R.L., Porter, T., Carpenter, L. (1984). Distributed ray tracing. *Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 1984)* 18 (3), 137-145.)
- 1986 Light source tracing (Arvo, J. (1986). Backward ray tracing. *SIGGRAPH 1986 Developments in Ray Tracing course notes*)
- 1986 Rendering equation (Kajiya, J. (1986). The rendering equation. *Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 1986)* 20 (4), 143-150.)

光线跟踪方法大事记



- 1995 Photon mapping (Jensen, H.W., Christensen, N.J. (1995). Photon maps in bidirectional monte carlo ray tracing of complex objects. *Computers & Graphics* 19 (2), 215-224.)
- 1997 Metropolis light transport (Veach, E., Gibes, L. (1997). Metropolis light transport. *Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 1997)* 16 65-76.)

光线跟踪方法软件



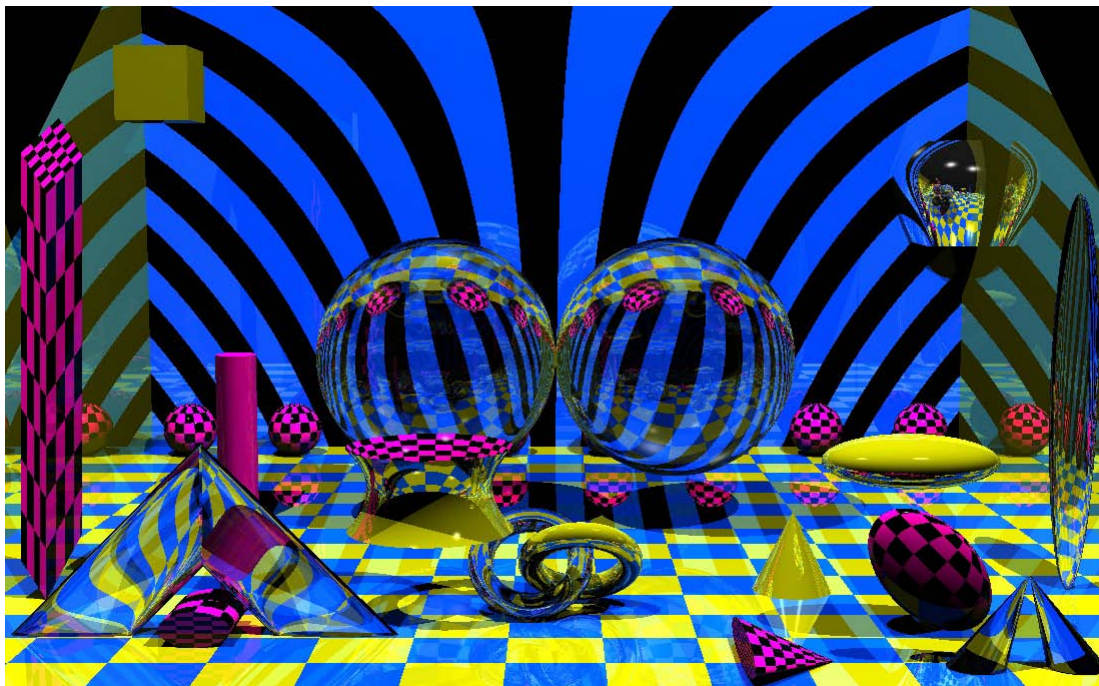
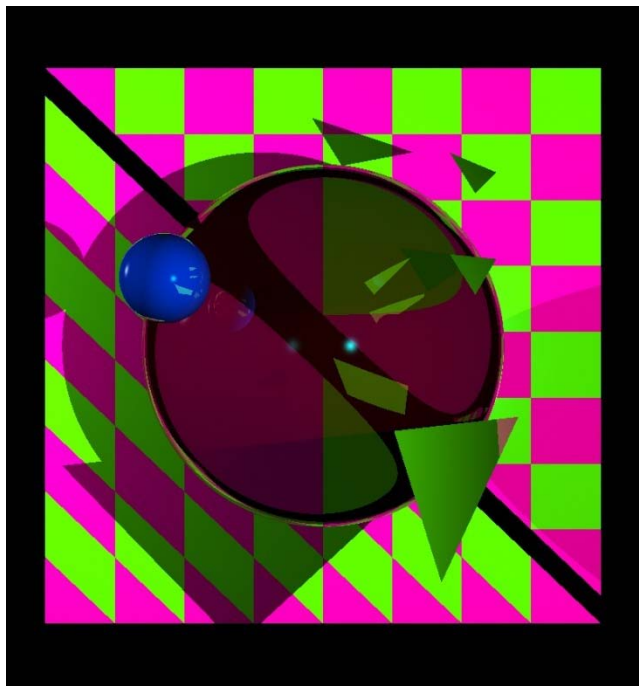
- Rayshade: 开源软件, Stanford Graphics Lab 开发
 - <http://www.graphics.stanford.edu/~cek/rayshade/rayshade.html>



光线跟踪方法软件



- Ray Trace: 开源软件, University of California, San Diego, Prof. Sam Buss开发
 - <http://www.math.ucsd.edu/~sbuss/MathCG/RayTrace/>

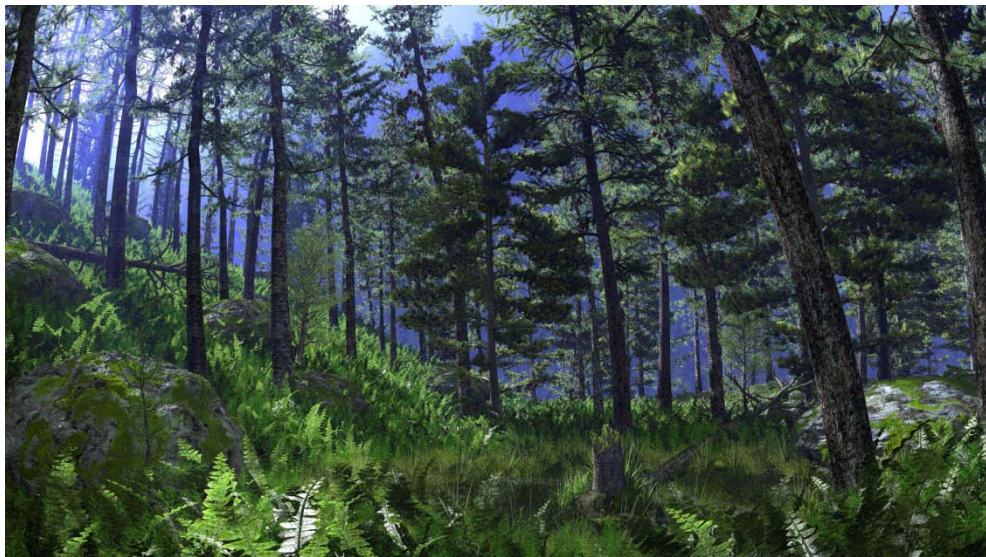


光线跟踪方法软件



■ POV-Ray: 开源软件，目前最好的光线跟踪软件之一

- <http://www.povray.org/>



光线跟踪方法软件



- PBRT: 开源软件, Stanford University 开发
 - <http://www.pbrt.org/>



实时光线跟踪软件



- Arauna & Brigade: 开源软件
 - <http://igad.nhtv.nl/~bikker>
- Embree: Intel公司, Photo-Realistic Ray Tracing Kernels
 - <http://software.intel.com/en-us/articles/embree-photo-realistic-ray-tracing-kernels/>
- OptiX: NVIDIA公司, Interactive ray tracing engine
 - <http://www.nvidia.com/object/optix.html>



光线跟踪方法参考书籍



- Andrew S. Glassner et.al. Eds. An Introduction to Ray Tracing. Academic Press, 1989.
- Henrik Wann Jensen. Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping, 2nd Ed. A K Peters, 2001.
- Peter Shirley, R. Keith Morley. Realistic Ray Tracing, 2nd Ed. A K Peters, 2003.
- Matt Pharr, Greg Humphreys. Physically Based Rendering: From Theory To Implementation, 3rd Ed. Morgan Kaufmann, 2016.

■ 优点

- 支持漫反射模拟
- 视点无关，即计算一次场景辐射度，可在不同视点绘制时使用
- 有限元方法的应用

■ 缺点

- 镜面反射、折射等支持不够
- 可见性突变不易处理
- 需要与其他绘制方法结合使用，譬如光线跟踪或光栅化方法（譬如 OpenGL、DirectX 等）

■ 改进

- 辐射度方程的加速求解，譬如多重网格法、小波方法等

辐射度方法软件



■ Radiance: 开源软件，Lawrence Berkeley National Laboratory

- <http://radsite.lbl.gov/radiance/HOME.html>

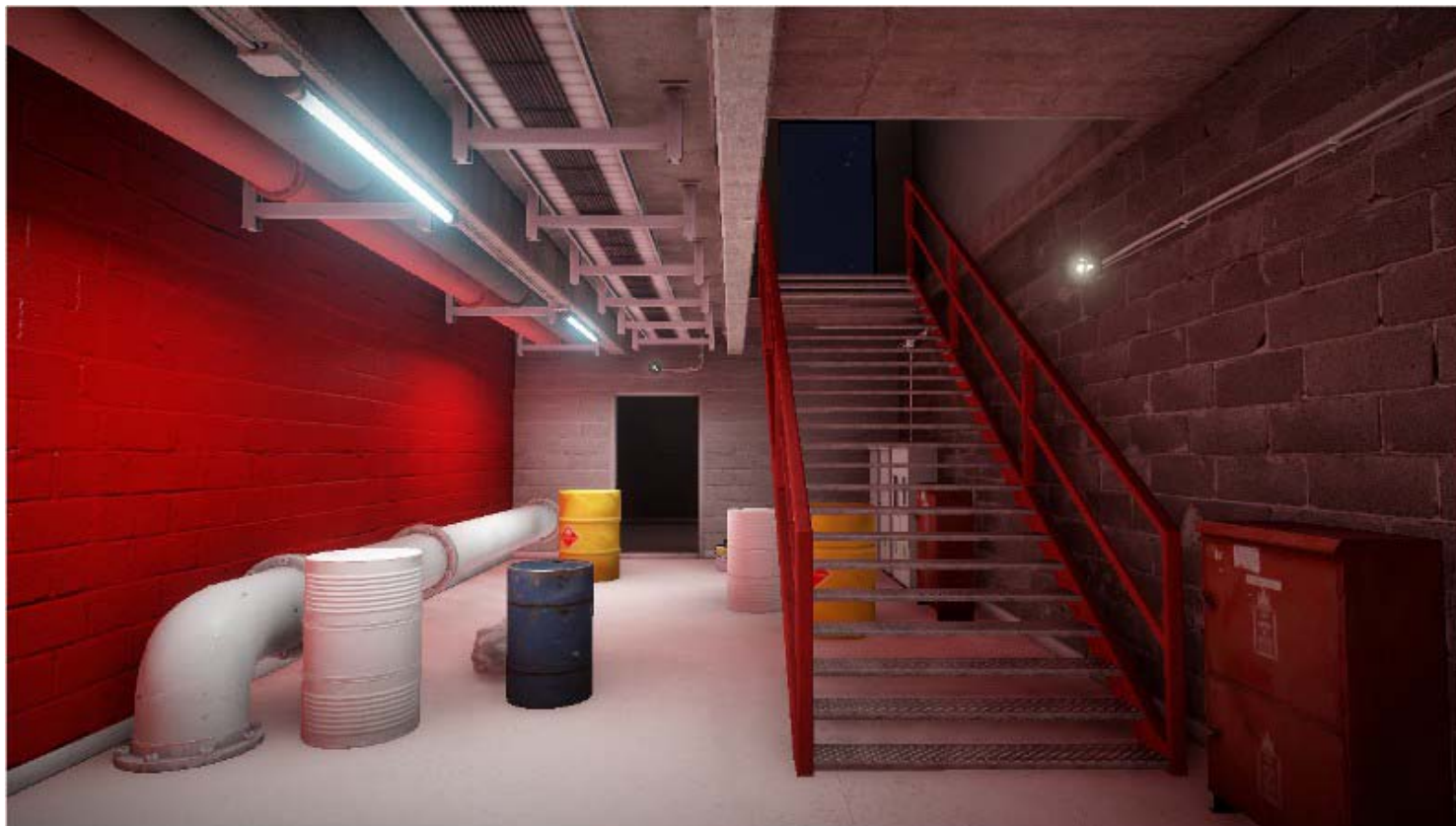


辐射度方法软件



■ Enlighten: 商业软件, Geomerics公司, 英国

- <http://www.geomerics.com/enlighten/>



辐射度方法软件



- LightWave: 商业软件, NewTek公司, 美国
 - <http://www.newtek.com/products/lightwave.html>



辐射度方法参考书籍



- Michael F. Cohen and John R. Wallace. Radiosity and Realistic Image Synthesis. The Morgan Kaufmann, 1993
- François Sillion and Claude Puech. Radiosity and Global Illumination. The Morgan Kaufmann, 1994.
- Ian Ashdown. Radiosity: A Programmer's Perspective. John Wiley & Sons, 1994.
- Philip Dutre, Philippe Bekaert and Kavita Bala. Advanced Global Illumination, 2nd Ed. A K Peters, 2006.

Ray casting方法



■ PIXAR公司，RenderMan

- 3D动画与特效制作的工业标准
- 光线投射方法：介于光栅化方法与光线跟踪方法之间
 - The RenderMan Shading Language
- 设计目标：能处理复杂场景的快速高质量绘制方法
- 系统架构：Reyes
- 设计规范：The RenderMan Interface 3.2.1
- 软件：
 - RenderMan Studio，RenderMan Pro Server及Maya插件，商业软件
 - BMRT：自由软件，已停止开发
 - Aqsis：开源软件

■ RenderMan Interface: 建模软件与绘制软件之间的接口规范

- 图形状态: 照相机位置, 模型变换, 光源属性, 材料属性等
- 几何元素: 多边形, 参数曲面, 细分曲面, 二次曲面, 隐式曲面等
- 运动模糊
- The RenderMan Shading Language (GLSL的模仿对象, 语法类似)



RenderMan 参考书籍



- Steve Upstill. The RenderMan Companion: A Programmer's Guide to Realistic Computer Graphics. Addison-Wesley Professional, 1990.
- Anthony A. Apodaca and Larry Gritz. Advanced RenderMan: Creating CGI for Motion Pictures. The Morgan Kaufmann, 1999.
- Saty Raghavachary. Rendering for Beginners: Image synthesis using RenderMan. Focal Press, 2007.
- The RenderMan Interface, Version 3.2.1, PIXAR, 2005.

商业渲染软件



■ 常见的商业渲染软件（常作为建模软件的渲染插件使用）

- Renderman
- Mental Ray
- V-Ray
- 3D Light
- Arnold
- Iray
- Arion
- ...



■ 详见：<https://all3dp.com/1/best-3d-rendering-software/#3delight>

Thanks for your attention!

