

光线追踪实验报告

计 35 朱俸民 2012011894

2015 年 7 月 6 日

1 综述

光子映射 (photon mapping) 是一种基于正向光线跟踪的方法, 可以实现较为真实的渲染效果。本文依据经典的两个步骤 (two pass) 方法, 首先通过从光源随机发射光子 (photon), 对光子进行正向跟踪, 借助俄罗斯轮盘赌 (russian roulette) 决定每个光子的运动路径, 构建光子图 (photon map); 接下来利用传统的路径跟踪 (path tracing) 方法, 根据摄像机位置逆向发射光线, 对光线递归跟踪, 从而完成图片的渲染 (render)。由于光子图的构建仅依赖于场景的设定, 不依赖与摄像机, 因此, 我们可以做到一次构建光子图后, 多次变换视角, 渲染出不同的图片。

2 功能实现

我们实现了以下功能:

- 利用光子图计算漫反射 (diffuse reflection) 颜色, 达到逼真的效果;
- 利用路径跟踪实现反射 (reflection) 和透射 (refraction) 效果;
- 自然的软阴影 (soft shadow) 效果;
- 基于 uv 坐标变换的球面贴图 (texture);
- 通过多次均匀采样实现抗锯齿 (anti-aliasing) 效果;
- 支持多光源 (multi-lights) 布景;
- 支持多摄影机渲染;
- 实现了基本的 obj 模型渲染, 但是加速部分仍有问题。

3 特色

本工程具有如下特色：

- 代码结构清晰，封装程度高，可扩展性好；
- 利用 C++11 智能指针进行安全的内存操作；
- 场景由 json 数据库文件读入，利用第三方库 jsonbox 解析 (parse)；
- 光子图基于开源 libkdtree 构建，查询效率高；
- 利用 openmp 库进行并行渲染加速。

4 效果分析

4.1 反射与透射

图 1至图 4是变换的摄影机的距离得到的不同的效果。可以看出左侧球具有反射效果，右侧球具有透射效果，后侧墙是镜面材质，可以实现镜面的“递归”效果。

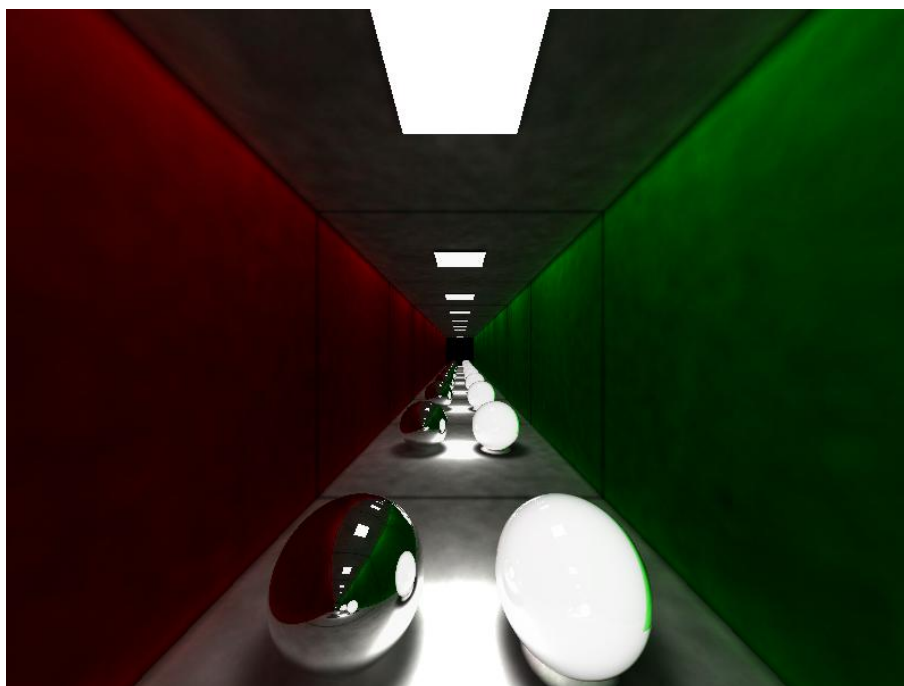


图 1: Two balls (fovy=50)

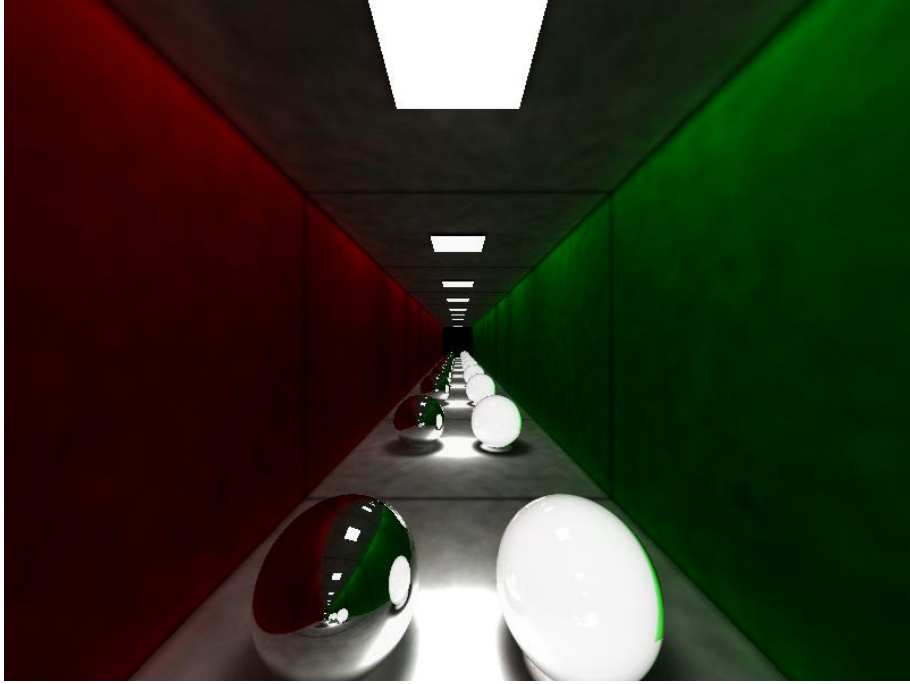


图 2: Two balls (fovy=48)

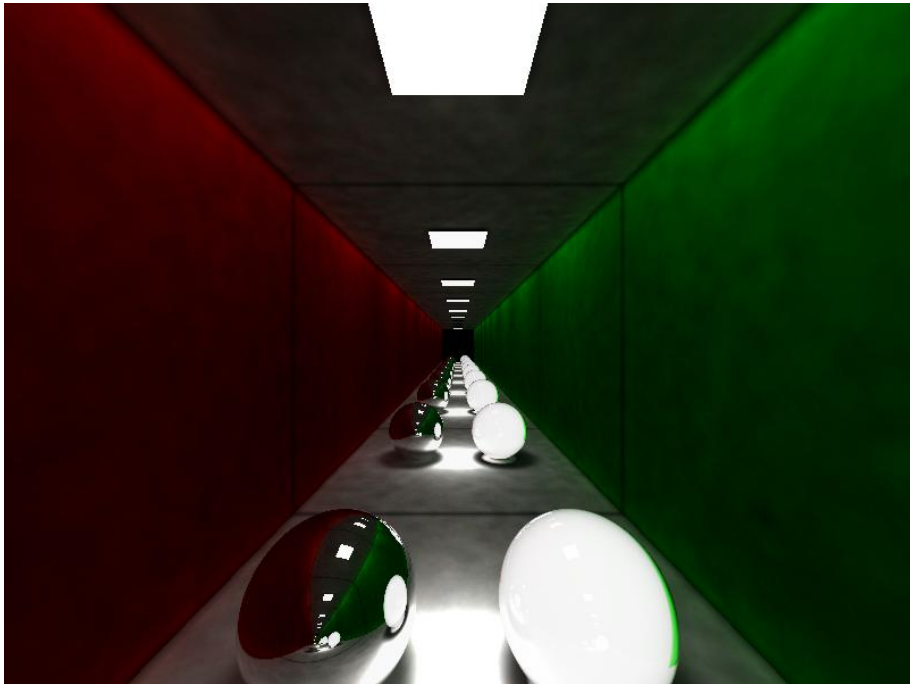


图 3: Two balls (fovy=46)

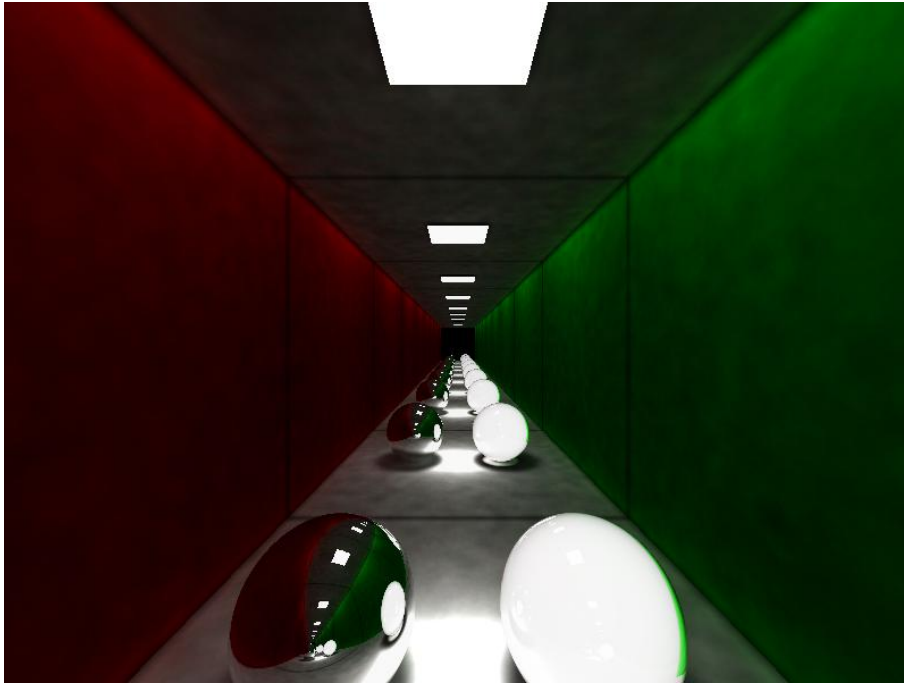


图 4: Two balls (fovy=45)

4.2 抗锯齿

与图 4相比，图 5进行了抗锯齿处理，图片更加清晰，这是每个像素点发射 100 条二维均匀分布的光线后得到的效果。

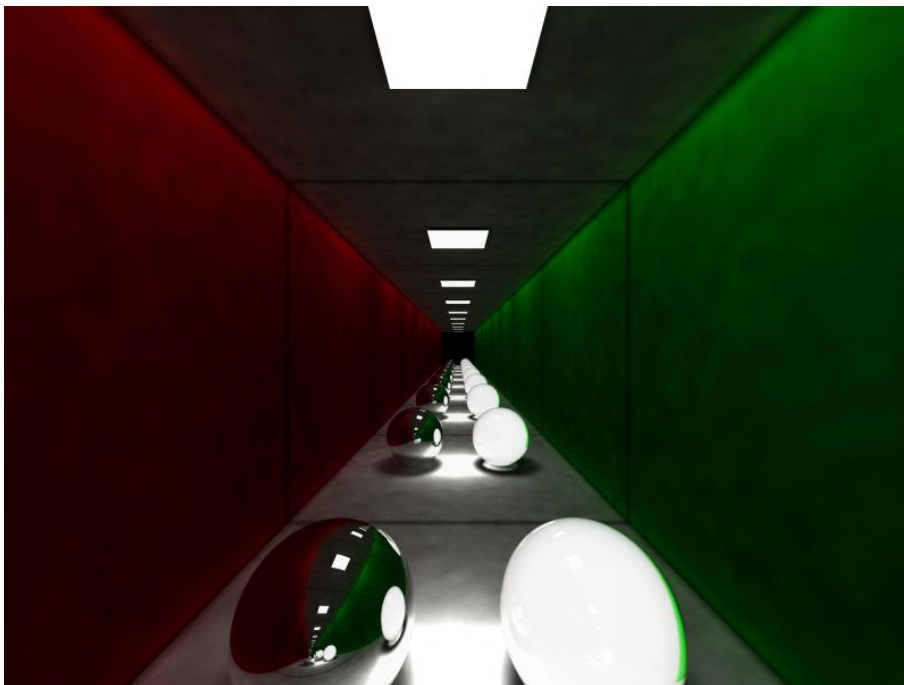


图 5: 抗锯齿的 Two balls

4.3 软阴影

我们选取不同的曝光度 (exposure)，得到图 6至图 8。可以在曝光度最大的图中清晰地看出自然的软阴影效果。

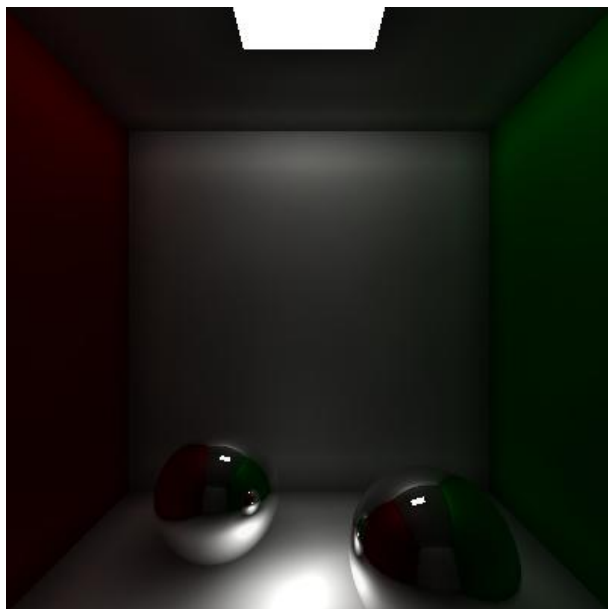


图 6: Balls (exposure=0.01)

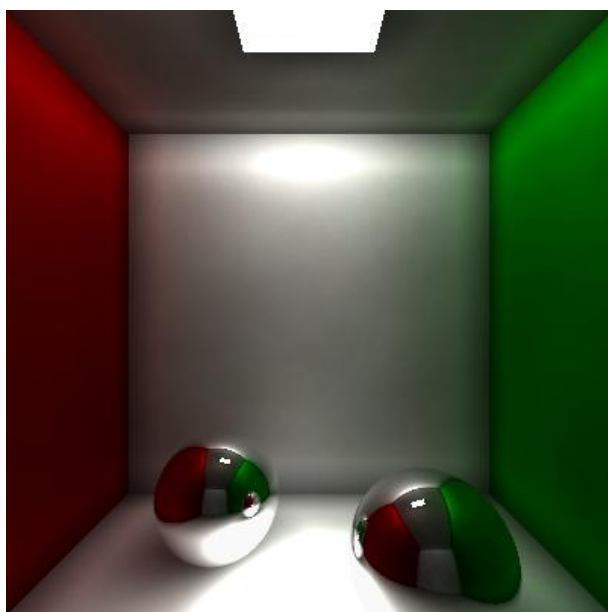


图 7: Balls (exposure=0.03)

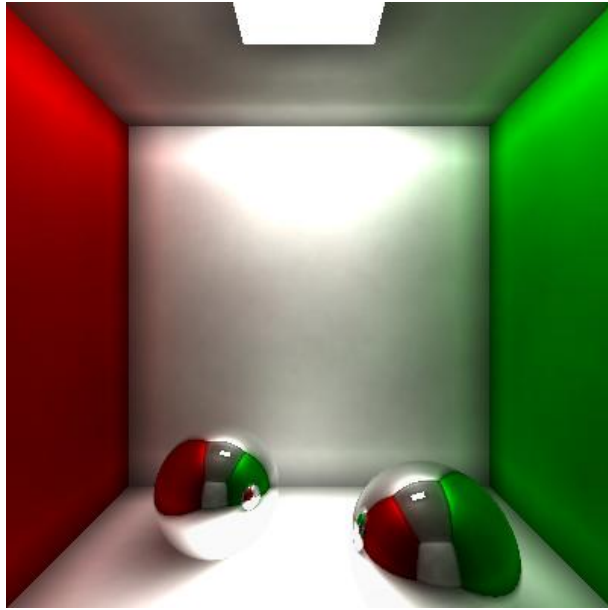


图 8: Balls (exposure=0.05)

4.4 多光源

图 9渲染了一个具有两个呈对角线分布的面光源。

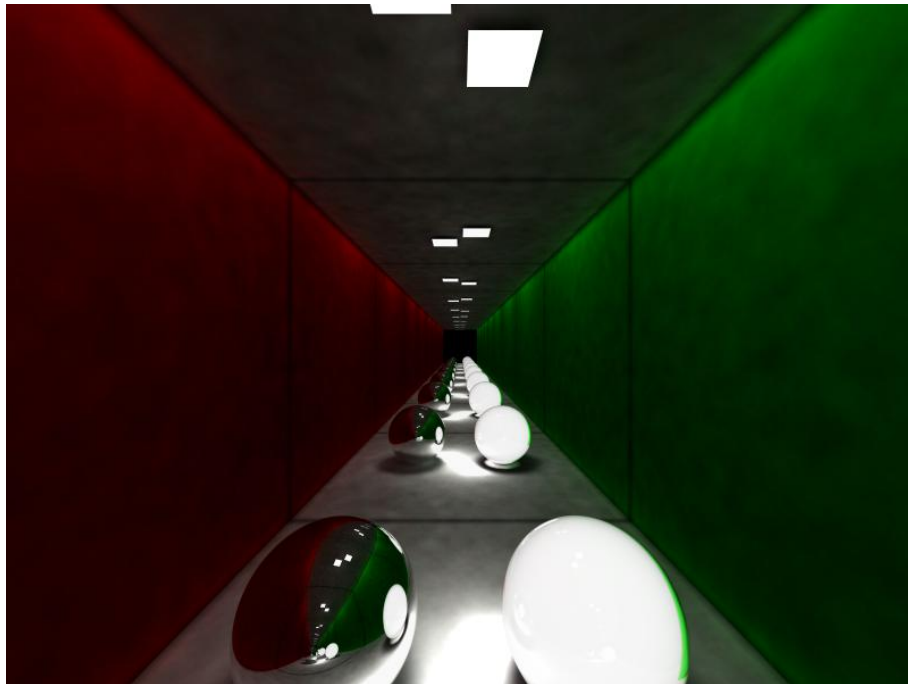


图 9: Two balls with multi lights

4.5 贴图

图 10实现了对球面的纹理贴图。

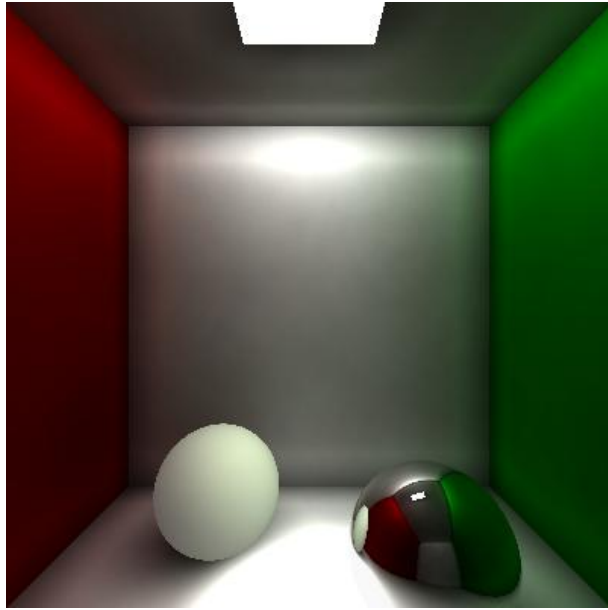


图 10: 简单球面贴图

4.6 模型渲染

我们首先选取一个简单的模型 (`cube.obj`), 对其使用普通的立方体、非加速面片渲染和 KD 树加速面片渲染, 分别得到图 11、图 12、图 13。

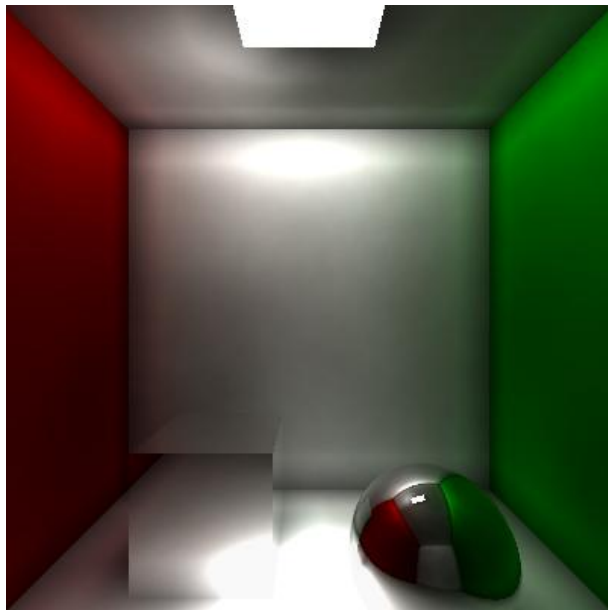


图 11: Box (非模型)

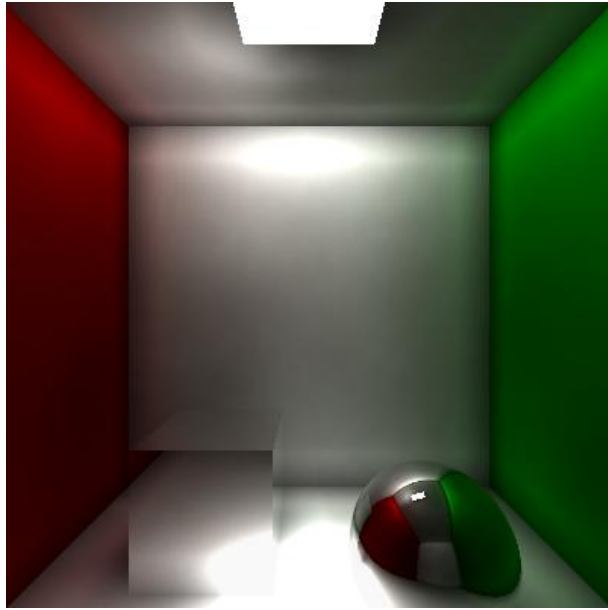


图 12: Box (非加速模型)

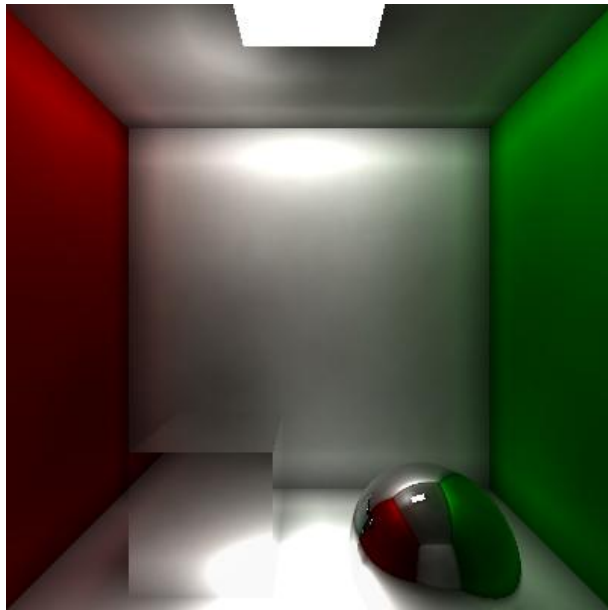


图 13: Box (加速模型)

我们还使用一个简化了的球面模型 (`sphere.obj`) 进行非加速渲染, 可以得到。但是使用加速渲染会出现问题, 目前仍未解决。

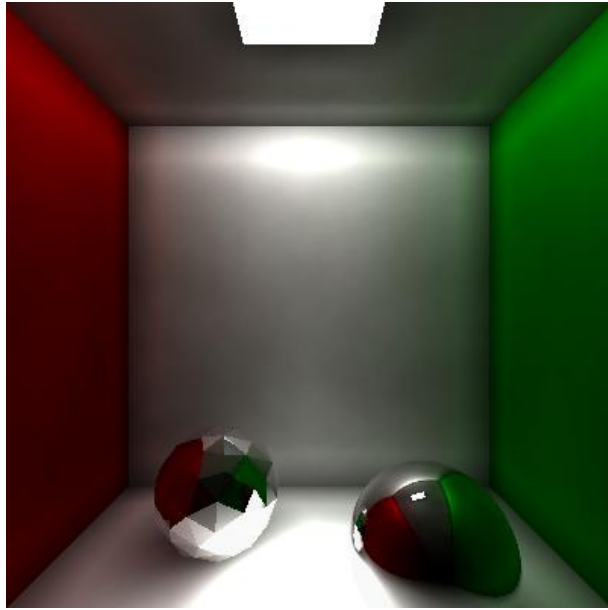


图 14: Sphere (非加速模型)

5 用法

请前往<https://github.com/paulzfm/PhotonMapping#photon-mapping> 查看。

References

- [1] Siggraph 2000 Course 8. A Practical Guide to Global Illumination using Photon Maps. Sunday, July 23, 2000.
- [2] Henrik Wann Jensen. Global Illumination using Photon Maps. Department of Graphical Communication, the Technical University of Denmark.
- [3] Tin-Tin Yu, John Lowther and Ching-Kuang Shene. Photon Mapping Made Easy. Department of Computer Science, Michigan Technological University.
- [4] Peter Shirley, R. Keith Morley. Realistic Ray Tracing (Second Edition). A.K.Peters, Natick, Massachusetts.
- [5] Bram de Greve. Reflections and Refractions in Ray Tracing.