



图形绘制技术

Final Project

大作业选题

2023 春季学期

大作业

1. 大作业选题

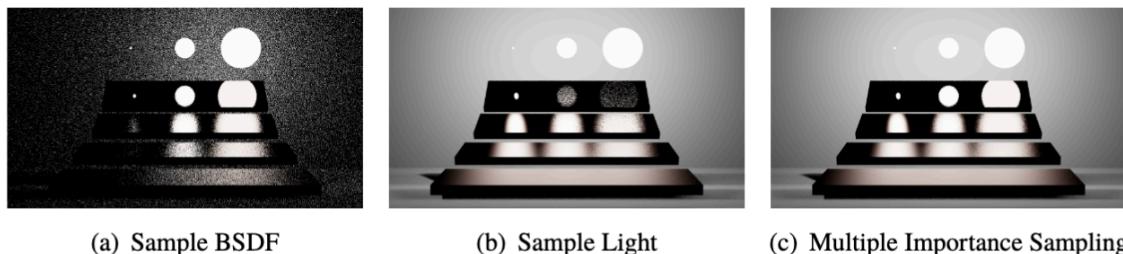
我们提供了几个大作业的选题方向，如果你有自己想做的内容也欢迎与我们联系。目前只对我们拟定的选题进行了介绍，由于选题之间难度不同，具体的得分点也不一样，我们会在后续更详细的作业指导中给出。

1.1 多重重要性采样

在光线追踪过程中，对交点计算直接光照是必要的任务。计算直接光照通常有两种方法：采样 BSDF 和采样光源。

这两种采样方法在不同情况下各有优劣：在光源较小时，采样光源是更好的选择。在 BSDF 的散射波瓣较窄时，采样 BSDF 也许更好。将这两种采样方法结合做重要性采样，是加速光线追踪收敛的一种有效方法。

在 Moer-lite 框架中，我们给出了用这两种方法计算直接光的积分器 directSampleBSDF 和 directSampleLight，现在你需要使用多重重要性采样结合这两种采样方法。



参考 PBRT[10] 中多重重要性采样的章节、Veach[11] 博士论文第九章。

1.2 光线追踪降噪

在使用光线追踪方法渲染场景时，有限的采样数量会带来影响图片质量的噪声。采样数越多，噪声越少，但渲染时间也越多。为了在有限的时间内得到高质量的渲染结果，在低采样数的渲染图片上进行降噪处理，是目前几乎必备的做法。渲染降噪的方法也有很多，深度学习方法是当前的主流 [6]。传统图像降噪方法大多通过引用图像空间的辅助特征，如：albedo、normal 等信息，提供给神经网络，让网络进行降噪处理，如：KPCN 方法 [1]。近年来基于光线追踪采样样本的降噪方法被证实具有更优的降噪效果，如：SBMC 方法 [5]，该方法除了使用图像空间的信息，还保存了光线追踪过程中，采样的信息，如：光源采样的方向等。当然在工业界已然存在了相对更成熟的降噪库。如：NVIDIA OptiX Denoiser、Intel® Open Image Denoise、NVIDIA Ray Tracing Denoiser Lib。

本题任务（三选二）：

1. 实现一种或多种滤波器降噪方法，并集成到 Moer-lite 系统中

2. 实现上述论文中的一种或多种降噪方法(训练过程可以使用 Python 以及深度学习库)并集成到 Moer-lite 系统中(使用 C++ 硬编码网络结构)。在报告中需要分析讲解该方法的核心思路、优点与不足
3. 集成一个或多个已有的降噪库到 Moer-lite。在报告中需要给出测试的效果与性能(与标准路径追踪得出结果的时间、误差对比)。注意:OptiX 降噪需要硬件支持

1.3 毛发渲染

毛发渲染是真实感渲染的一大难题。实现毛发渲染的主要难点在于实现光线与曲线的相交以及实现毛发的正确着色。毛发渲染通常被分为纵向散射，方位散射，内部吸收三部分。毛发散射分为三个散射波瓣：R，TT，TRT。

参考：毛发的主流着色模型为 [8] 提出的 BCSDF 模型。[3] 在其基础上做了改进，提出了能量守恒的纵向散射函数。[2] 给出了重要性采样毛发的方法。[9] 给出了毛发在 pbrt 上的实现，是一个良好的实现参考。



图 1: [3] 能量守恒毛发模型

本题任务：正确实现光线与曲线的求交以及毛发渲染

1.4 介质渲染

场景中不仅包含着表面，同样还有参与介质。参与介质在现实生活中很常见，如云、烟、雾等等。我们认为介质由非常非常小的微粒组成，因此我们不能通过求交的方式判断光线与介质的碰撞情况，而是通过基于统计的手段模拟光线在介质中的传播。

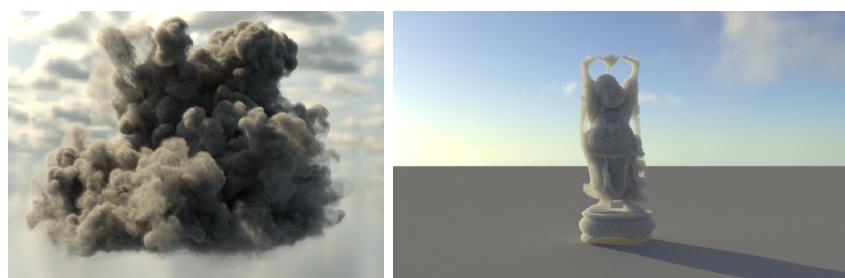


图 2: 介质渲染的效果，异质介质（左）与均质介质（右）

本题任务：实现介质中的路径追踪。

参考：PBRT[10] 中第 11 章与第 15 章、Production Volume Rendering[4]。

1.5 光子映射

路径追踪算法从相机发射光线，在每一个散射点根据散射点的性质对光线进行延伸。这样的采样策略对于部分场景几乎无法处理，例如下图中的焦散场景。

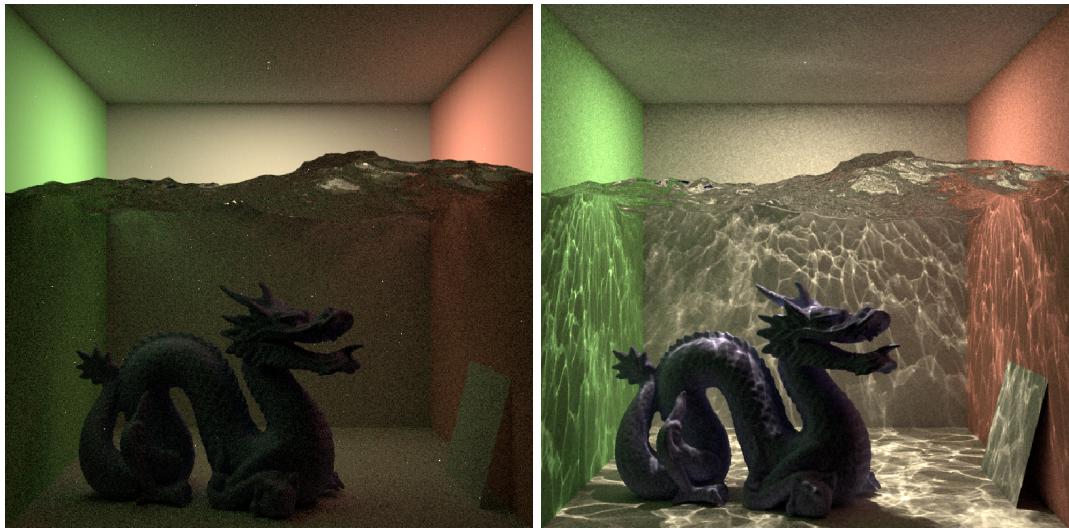


图 3: 路径追踪（左），光子映射（右）

该场景中光源非常小，基本只能依靠直接向光源采样让光路击中光线，但是由于场景中间存在一层起伏的玻璃表面，下方的着色点与光源无法直接连接，因此路径追踪难以渲染出折射后的焦散现象，而光子映射算法则能够很好的处理该类场景。

参考 Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping[7]、PBRT[10] 中第 16 章第 2 小节。

2. 大作业评分细则

大作业总分 50 分，其中

实现部分（35 分） 你应当实现选题所指定的功能，给出实验结果（20 分），并对实验的结果进行分析（例如不同场景、不同参数下渲染的效果）（10 分），创新点（5 分）。

实验报告（15 分） 实验报告内容详细并且完整（10 分），包括但不限于

- 标题
- 姓名、学号
- 问题的描述

- 解决思路（例如公式推导以及算法描述）
- 实验结果
- 结论
- 本次大作业中了解到的知识以及体会

对所解决问题的进一步思考和展望（5分）

3. 不同主题实验结果评分细则

3.1 多重重要性采样

1. 对当前框架已有 BSDF 模型与光源（平行四边形光源与环境光）的多重重要性采样（10pt）
2. 实现 sphere 光源与 mesh 光源的采样，并实现其多重重要性采样（10pt）

3.2 光线追踪降噪

1. 每个任务 10pt

3.3 毛发渲染

1. 实现曲线求交（10pt）
2. 实现毛发着色（10pt）

3.4 介质渲染

1. homogeneous 介质 +isotropic 相函数（10pt）
2. Henyey-Greenstein 相函数（5pt）
3. Heterogeneous 介质（5pt）

3.5 光子映射

1. 实现最基础的光子映射算法（photon tracing + photon gathering）（10pt）
2. 实现随机渐进式光子映射（stochastic progressive photon mapping）（10pt）

References

- [1] Steve Bakó et al. “Kernel-predicting convolutional networks for denoising Monte Carlo renderings.” In: *ACM Trans. Graph.* 36.4 (2017), pp. 97–1.
- [2] Eugene d’Eon, Steve Marschner, and Johannes Hanika. “Importance sampling for physically-based hair fiber models”. In: *SIGGRAPH Asia 2013 Technical Briefs*. 2013, pp. 1–4.
- [3] Eugene d’Eon et al. “An energy-conserving hair reflectance model”. In: *Computer Graphics Forum*. Vol. 30. 4. Wiley Online Library. 2011, pp. 1181–1187.
- [4] Julian Fong et al. “Production Volume Rendering: SIGGRAPH 2017 Course”. In: *ACM SIGGRAPH 2017 Courses*. SIGGRAPH ’17. Los Angeles, California: Association for Computing Machinery, 2017. ISBN: 9781450350143. DOI: [10.1145/3084873.3084907](https://doi.org/10.1145/3084873.3084907). URL: <https://doi.org/10.1145/3084873.3084907>.
- [5] Michaël Gharbi et al. “Sample-based Monte Carlo denoising using a kernel-splatting network”. In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 38.4 (2019), pp. 1–12.
- [6] Yuchi Huo and Sung-eui Yoon. “A survey on deep learning-based Monte Carlo denoising”. In: *Computational visual media* 7 (2021), pp. 169–185.
- [7] Henrik Wann Jensen. *Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping*. USA: A. K. Peters, Ltd., 2009. ISBN: 1568814623.
- [8] Stephen R Marschner et al. “Light scattering from human hair fibers”. In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 22.3 (2003), pp. 780–791.
- [9] Matt Pharr. “01 THE IMPLEMENTATION OF A HAIR SCATTERING MODEL”. In: (2016).
- [10] Matt Pharr, Greg Humphreys, and Wenzel Jakob. *Physically Based Rendering: From Theory to Implementation*. 3rd Edition. Online book. Morgan Kaufmann, 2016. URL: <http://www.pbrt.org/>.
- [11] Eric Veach and Leonidas J Guibas. “Metropolis light transport”. In: *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. 1997, pp. 65–76.