

天津工业大学 2022 届本科毕业设计（论文）开题报告表

学院：计算机科学与技术学院

年 月 日

姓名	高云天	学号	1911530104	专业班级	计算机 1903
题目	基于物理的全局光照引擎渲染管线的设计与实现			指导教师	李媛媛

一、与本课题有关的国内外研究情况、课题的目的、意义及主要内容：

光线追踪理论提出于 1968 年 Arthur Appel 在 IBM 的研究，在该文章中，第一次提出了基础光线理论，建立了最简单通用的能量衰减方程 $I = \frac{S \cdot \cos(L)}{D^2}$ ，并利用切割面法定义了阴影的存在，即渲染点无法被光源所视；而在 1971 年，Robert 与 Roger 在 3D-Visual Simulation 中的讨论中，处理了一个阴影问题，他们从相机出发投射光线，光线第一次相交遇到的平面即为可见面，这样从相机出发的方法在之后被称为 RayCasting；同样的在 1976 年 Scott 也提出了类似的模型，1982 年 Scott 拓展了这个结论，将阴影的生成与光线追踪方法结合起来，第一次提出 RayCast 术语，1980 年，Whitted 正式提出第一个基于迭代的光追方案 $I = I_a + k_d \sum_{j=1}^{j=ls} (\vec{N} \cdot \vec{L}_j) + k_s \sum_{j=1}^{j=ls} (\vec{N} \cdot \vec{L}_j)^n$ ，并利用了 1975 年 Phong 提出的 Phong 光照模型 $S_p = C_p [\cos(i)(1-d) + d] + W(i) [\cos(s)]^n$ ，1984 年，Robert.L.Cook 在 Distributed Raytracing 中提出利用分布模拟漫反射变量，在渲染方程的软阴影方面取得重大突破，将分布的概念引入物体表面性质中，另一方面分布概念的引入减少了过采样带来的性能爆炸与浪费，到了 1986 年，Kajiya 提出渲染方程

$L_0(x, \omega_0, \lambda, t) = L_e(x, \omega_0, \lambda, t) + \int_{\Omega} f_r(x, \omega_i, \omega_0, \lambda, t) L_i(x, \omega_i, \lambda, t) (\omega_i \cdot n) d\omega_i$ ，将积分传递的过程正式称为渲染方程，利用了双向反射分布函数（BRDF）的概念用于描述物体表面细节信息，并提出 pathtracing 概念，将追踪的光线限制为单根，整套 BRDF、重要性采样的 Monte Carlo 法、pathtracing 与 BVH 搜索结构，基本奠定了今后的整体渲染流程。

之后的文章在 BRDF 函数上取得了一些进展，例如常用的 GGX 双向反射分布函数，已经应用在各大大游戏引擎上。除了以上经典渲染方法外，光线步进（RayMarching）等方法也由于大气介质的存在而得到利用，一般结合 SDF 使用，在体渲染部分有较好的应用。

光线追踪管线相较于传统光栅化管线，将处理重点从像素转换为光线，在真实感渲染中具有极为重要的作用，在 SIGGRAPH2018 上，Nvidia 率先公布硬件加速光追设备，宣布在 20 系显卡之后支持硬件光追核心，省去了软件生成每条光线带来的开支，令实时光追方案成为可能。

目前所有渲染方案的问题在于是建立在光沿直线传播的粒子观点，而在微观表现、电磁学性质以及大规模光照下波动的全局影响造成的偏差情况则难以纳入考量，我们尝试在雪比引擎中复现 siggraph2021 真实感物理渲染内容，并对该方向做出探索。

二、进度及预期结果：

起止日期	主要内容	预期结果
------	------	------

2022.10.01 至 2022.11.15	搭建并设计编译框架，阅读领域经典论文	编译框架基本可用，对 现代光线追踪较好掌握
2022.11.16 至 2022.12.15	基于 vulkan 的现代渲染管线搭建，尝试现代硬件 加速光线追踪	给出 pathtracing 在硬 件光追下的实现，RHI 初 步成型
2022.12.16 至 2023.01.15	重读论文，进行光追推理过程及光线电磁性质的证 明，并完善实践	RHI 基本成型，论文复现 架构思考完成，给出证 明文章
2022.01.16 至 2023.02.15	解析 mitsuba 实现并尝试雪比引擎中的波动光追 的复现	给出原作者在 mitsuba 上的实现分析文章，给 出初步架构实践
2022.02.16 至 2023.04.15	波动光追复现	给出波动光追在现代光 线追踪中的实现并与现 代光追进行对比
2023.04.15 至 2023.05.16 2023.05.	撰写论文	给出整套论文
完成课题的现 有条件	构建工具：cmake 编译工具：Visual Studio 2022 第三方支持（包括但不限于）：vulkanSDK、glfw、glm、imgui、json11、 tinyobjloader 模型来源：论文原场景、cornell box	
审查意见	指导教师：_____ 年____月____日	
学院意见	主管领导：_____ 年____月____日	