吴克文 梁家硕

PPM vs PN

双木灰小

总流程

核心算法

Ray Tracing Pass

Progressive Updat

阶段性效果图 比较

参考文献

Thanks

Progressive Photon Mapping

吴克文 梁家硕

2017年5月

吴克文 梁家硕

环倍与使 F

心流性

核心算法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa
Progressive Updati

阶段性效果图

参孝 文献

Thanks

综述

本作业参考了三篇论文 [1][3][4],以及书 [2] 和 Stanford CS148 课件,综合效果和实现难度进行了调整,删去了繁琐的细节调整和性能优化部分。

BRDF 参数及代码来自网站http://www.merl.com/brdf/

吴克文 梁家硕

.

环倍与使 F

ルシカルイュ

核心算法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Page Progressive Undate

阶段性效果图

参考文献

9-5 **~** m/

Thanks

综述

本作业参考了三篇论文 [1][3][4],以及书 [2] 和 Stanford CS148 课件,综合效果和实现难度进行了调整,删去了繁琐的细节调整和性能优化部分。

BRDF 参数及代码来自网站http://www.merl.com/brdf/

更多技术细节详见 Equestrotopia.pdf 和 src 文件夹中的代码以及 Github 仓

库https://github.com/liangjs/Equestrotopia

PPM vs PM

环境与使用

总流程

核心算法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Parogressive Updat

比较

参考文献

。 徐孝文i 1 PPM vs PM

2 效果展示

3 环境与使用

4 总流程

5 核心算法

Lighting Equation Ray Tracing Pass Photon Tracing Pass Progressive Updation

- 6 阶段性效果图比较
- 7 参考文献

3 / 26

吴克文 梁家硕

PPM vs PM

总流程

4元 A. 空2+

Lighting Equation

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pas

阶段性效果图

参考文献

Thanks

Section 1

PPM vs PM

吴克文 梁家硕

.

环境与使!

总流程

核心質法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa

阶段性效果图 比较

参考文献

Thank

Why Progressive Photon Mapping

Photon Mapping 作为全局光照领域的主流算法,以其高效率,能处理多种光照效果等特点,一直受到广泛的关注。

吴克文 梁家硕

PPM vs PN

环境与使 月

总流程

核心算法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing P

阶段性效: 比较

参考文献

Thank

Why Progressive Photon Mapping

Photon Mapping 作为全局光照领域的主流算法,以其高效率,能处理多种光照效果等特点,一直受到广泛的关注。 然而,Photon Mapping 算法的一个主要问题在于,使用光子进行光能估计的过程引入了偏差。理论上,要完全消除偏差,需要存储无穷的光子,这从计算机存储角度来看是不可接受的。

吴克文 梁家硕

PPM vs PM

忌流相

核心算法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing F
Progressive Upda

阶段性效果图 比较

参考文献

Thank

Why Progressive Photon Mapping

Photon Mapping 作为全局光照领域的主流算法,以其高效率,能处理多种光照效果等特点,一直受到广泛的关注。 然而,Photon Mapping 算法的一个主要问题在于,使用光子进行光能估计的过程引入了偏差。理论上,要完全消除偏差,需要存储无穷的光子,这从计算机存储角度来看是不可接受的。

为此,Toshiya Hachisuka 提出了 Progressive Photon Mapping(又称渐进式光子映射),采用多遍的绘制流程,通过不断向场景中发射光子达到不断减小偏差的目的,亦解决了 Photon Mapping 的存储问题。

吴克文 梁家硕

PPM vs PI

效果展示

总流程

核心質は

Lighting Equation Ray Tracing Pass Photon Tracing Pa

阶段性效果图

参考文献

Thanks

Section 2

效果展示

吴克文 梁家硕

PPM vs PM

效果展示

台本钽

核心复法

Lighting Equation

Dhatas Tassias Da

Progressive Updation

阶段性效果图

参考文献

Thanks

吴克文 梁家硕

.....

环境与使用

总流程

核心算法

Lighting Equation Ray Tracing Pass Photon Tracing Pa

Progressive Updation
阶段性效果图

参考文献

TI. . . . I ..

环境

Arch Linux x86_64 Linux 4.10.13-1-ARCH gcc (GCC) 6.3.1 20170306 cmake version 3.8.0 GNU Make 4.2.1

OpenGL version: 3.0 Mesa 17.0.5

4□ > 4□ > 4 = > 4 = > = 9 < 0</p>

吴克文 梁家硕

环境与使用

ルシルバキ

核心昇液

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa

阶段性效果图 ^{比较}

参考文献

Thank

环境

Arch Linux x86_64 Linux 4.10.13-1-ARCH gcc (GCC) 6.3.1 20170306 cmake version 3.8.0

GNU Make 4.2.1

OpenGL version: 3.0 Mesa 17.0.5

使用

- \$ cmake .
- \$ make
- \$./updation

吴克文 梁家硕

PPM vs Pl

TT | 本 | 上 / 本 | 日

总流程

核心質法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa

阶段性效果图

参考文献

Thanks

Section 4

总流程

吴克文 梁家硕

.

环境与使用

总流程

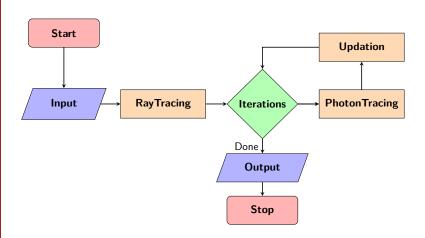
核心質は

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa
Progressive Updati

阶段性效果图 比较

参考文献

T1. . . . 1.



吴克文 梁家硕

Lighting Equation

Subsection 1

Lighting Equation

PPM vs PI 效果展示

环境与使品

总流程

核心昇法

Lighting Equation Ray Tracing Pass

Photon Tracing Pa Progressive Update

阶段性效果图 比较

参考文献

Thank

BRDF

BRDF(双向反射分布函数), 全称为 Bidirectional Reflectance Distribution Function, 用来定义给定入射方向上的辐射照度如何影响给定出射方向上的辐射率。更笼统地说,它描述了入射光线经过某个表面反射后在各个出射方向上的分布效果。

PPM vs P

环境与使

总流程

核心算法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pa

Progressive Updatio

公 公

参考又献

Thank

BRDF

BRDF(双向反射分布函数), 全称为 Bidirectional Reflectance Distribution Function, 用来定义给定入射方向上的辐射照度如何影响给定出射方向上的辐射率。更笼统地说,它描述了入射光线经过某个表面反射后在各个出射方向上的分布效果。

光照方程

$$L_{o}(\mathbf{x}, \omega_{o}) = L_{e}(\mathbf{x}, \omega_{o}) + \int_{\Omega} BRDF(\mathbf{x}, \omega_{i}, \omega_{o}) L_{i}(\mathbf{x}, \omega_{i}) (\omega_{i} \cdot \mathbf{n}) d\omega_{i}$$
(1)

其中, L_e 为直接光照,x 为空间坐标,n 为平面法向量, ω_0 , ω_i 分别为出射和入射方向。

吴克文 梁家硕

Ray Tracing Pass

Subsection 2

Ray Tracing Pass

吴克文 梁家硕

Ray Tracing Pass

光线追踪

从观察点出发,通过光线追踪来获得可见点 (hitpoints),同 时计算直接光照的贡献。

PPM vs PN

环境与使用

总流程

核心算法

Ray Tracing Pass

Photon Tracing Pass Progressive Updation

公本

少行又\\\

Thanks

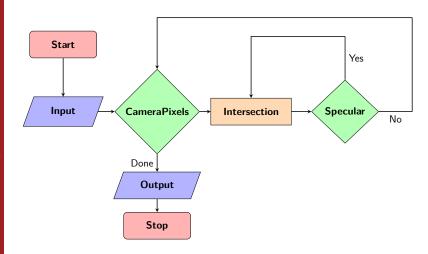
光线追踪

从观察点出发,通过光线追踪来获得可见点 (hitpoints),同时计算直接光照的贡献。

注

在镜面较多的场景中可用反(折)射次数作为阈值强制结束 Ray Tracing Pass。

Ray Tracing Pass



吴克文 梁家硕

PPM vs PN

总流程

按心管法

Lighting Equati

Ray Tracing Pass

DI . T .

Progressive Updatio

VU-1X

麥考 乂 瞅

Thanks

Subsection 3

Photon Tracing Pass

吴克文 梁家硕

PPM vs PN

环境与使 月

总流程

核心算法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass

Photon Tracing Pass Progressive Updation

会老立志

Thombs

光子追踪

每轮 Photon Tracing Pass,从光源随机方向发射一批光子,追踪每个光子的运动轨迹,考虑到效率,将光子能量的衰减用随机被物体表面吸收(或达到折反射阈值)来控制,这样每个光子的能量即为定值,折反射仅改变其颜色向量(通过BRDF 计算)。

PPM vs PN

环境与使 月

总流程

核心算法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pass

参考文献

Thank

光子追踪

每轮 Photon Tracing Pass,从光源随机方向发射一批光子,追踪每个光子的运动轨迹,考虑到效率,将光子能量的衰减用随机被物体表面吸收(或达到折反射阈值)来控制,这样每个光子的能量即为定值,折反射仅改变其颜色向量(通过BRDF 计算)。

注

由于直接光源已在 Ray Tracing Pass 计算过,故每个光子与场景的第一个交点不必计入 photon map。

FFIVI VS F

200-1-120-2

24 24:10

技态管法

Lighting Equatio

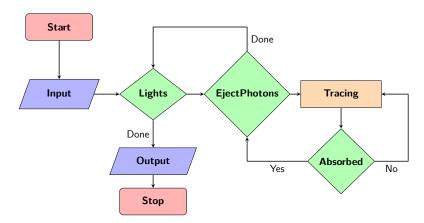
Ray Tracing Pas

Photon Tracing Pass

阶段性效果图

おおりま

T1. . . . 1



吴克文 梁家硕

PPM vs PN

芦荟群

核心質法

Lighting Equation
Ray Tracing Pass
Photon Tracing Page 1

Progressive

阶段性效果图

参考文献

Thanks

Subsection 4

Progressive Updation

Progressive Updation

更新模型

结束 Photon Tracing Pass 后,需要枚举每个 hitpoint,同时 统计其半径 R 内光子对其亮度影响。

Progressive Updation

更新模型

结束 Photon Tracing Pass 后,需要枚举每个 hitpoint, 统计其半径 R 内光子对其亮度影响。

推导

记 N(x) 为上轮后在 hitpoint x 半径 R(x) 内的光子数, $M(\mathbf{x})$ 为本次新增光子数,同时 $\hat{N}(\mathbf{x})$, $\hat{R}(\mathbf{x})$ 分别为新累计光 子数和半径,则有如下更新,

$$\hat{N}(\mathbf{x}) = N(\mathbf{x}) + \alpha M(\mathbf{x}) \tag{2}$$

$$\hat{R}(\mathbf{x}) = R(\mathbf{x}) \sqrt{\frac{N(\mathbf{x}) + \alpha M(\mathbf{x})}{N(\mathbf{x}) + M(\mathbf{x})}}$$
(3)

Progressive Updation

推导

记 $\tau_N(\mathbf{x},\omega)$ 和 $\tau_M(\mathbf{x},\omega)$ 为在 \mathbf{x} 处,入射光方向为 ω 的前光 强和新增光强(未乘 BRDF 系数),则有

$$\tau_{\hat{N}}(\mathbf{x},\omega) = (\tau_N(\mathbf{x},\omega) + \tau_M(\mathbf{x},\omega)) \frac{N(\mathbf{x}) + \alpha M(\mathbf{x})}{N(\mathbf{x}) + M(\mathbf{x})}$$
(4)

其中, $\alpha \in (0,1)$ 是一常数。

Progressive Updation

推导

再记总发射光子数为 $N_{emitted}$, ϕ 为光子光强,则最终辐照率 表达式为,

$$L(\mathbf{x},\omega) = \int_{2\pi} BRDF(\mathbf{x},\omega,\omega')L(\mathbf{x},\omega')(\mathbf{n}\cdot\omega') (d)\omega'$$

$$\approx \frac{1}{\Delta A} \sum_{p=1}^{n} BRDF(\mathbf{x},\omega,\omega')\Delta\phi_{p}(\mathbf{x}_{p},\omega_{p})$$

$$= \frac{1}{\pi R(\mathbf{x})^{2}} \frac{\tau(\mathbf{x},\omega)}{N_{emitted}}$$
(5)

吴克文 梁家硕

PPM vs PN

.....

芦荟舞

核心質量

Lighting Equation Ray Tracing Pass Photon Tracing Pa

阶段性效果图 比较

参孝 文献

Thanks

Section 6

阶段性效果图比较

阶段性效果图比较

Progressive Photon Mapping

吴克文 梁家硕

PPM vs PM

1 30 312

炎心异法

Ray Tracing Pass

Photon Tracing Pas

Progressive Updation
阶段性效果图

比较

Thank

吴克文 梁家硕

PPM vs PM

环境与使用

总流程

Lighting Equation Ray Tracing Pass

参考文献

Γhank

Toshiya Hachisuka, Shinji Ogaki, and Henrik Wann Jensen.

Progressive photon mapping.

ACM Transactions on Graphics (TOG), 27(5):130, 2008.

Henrik Wann Jensen.

Realistic image synthesis using photon mapping, volume 364.

Ak Peters Natick, 2001.

Ben Spencer and Mark W Jones.

Progressive photon relaxation.

ACM Transactions on Graphics (TOG), 32(1):7, 2013.

事 李睿, 陈彦云, and 刘学慧.

基于自适应光子发射的渐进式光子映射。

计算机工程与设计, 33(1):219-223, 2012.

Thanks

Progressive Photon Mapping

吴克文 梁家硕

PPM vs PN

总流程

核心質法

Ray Tracing Pass
Photon Tracing Pas

阶段性效果图

参考文献

Thanks

Thanks!