

Ray Tracing in one weekend

Path tracer

1. Data Structure

- vec3
- ray

2. Sending ray

steps:

1. calc ray from eye to pixel
2. determine intersections
3. compute color

- Viewport

focal length:

distance between projection plane and projection point

3. Add Sphere

- 射线方程代入球方程，判断是否相交

4. Surface Normals

- 求出交点法向量用于计算阴影

5. Abstraction for Hittable Objects

- 为可照射物体建立抽象类

6. Front Faces 在哪里记录

- 交点处法向量有两种记录方法：
 1. 始终指向外表面
 2. 始终与光线方向相反
- 如果是1，则可用光线方向与法向量方向判断当前点是否是front faces
- 如果是2，则front faces需要单独记录
- 文中选用了2，并是在 hit_record 中记录了 front_face, **why?**
- 解释说是当材质类型多于几何类型时，用2，why?

7. 抗锯齿

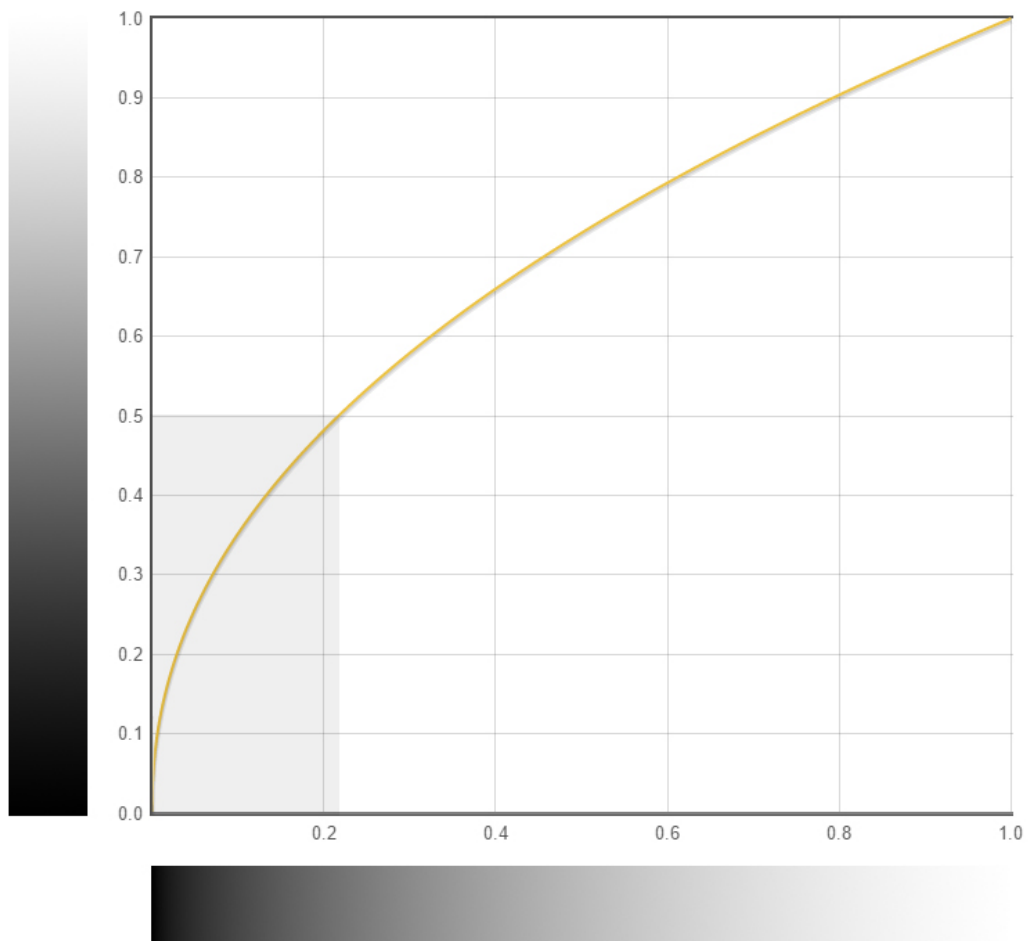
通过将边缘像素和背景blend以柔化边缘

- 每个像素多次采样(spp)
每个像素使用多条ray，最终取平均值
即可实现抗锯齿效果
- 建立 camera 类

8. 漫反射材质

- 加上材质后需要考虑：是将材质和几何体紧耦合还是松耦合
- 大多数renderer都是将材质和几何体分开
- 一束光线照射到漫反射材质上之后，可能会随机地反射到一个方向
- 除了被反射之外，还有可能被吸收，材质越黑，吸收的越多
- 处理方法：
在光线与物体的切点处，找到相切于切点的单位球，在球中随机选一个点，向该点反射光线??(这里感觉并不符合向任意方向反射)（感觉应该要是个相切的半球才对）（见后面True Lambertian Reflection)
- 怎么在球中随机选点：
简化为在宽度与球相同的立方体中随机选点，如果点在球外则重选，直到选到球内的点为止
- 反射后用新的 ray_color 乘上一个吸收系数进行返回(此时还没有叠加？)
- 限制子光线数量，设置最大递归深度
- gamma 校正：
提高亮度

心理上感受到的均匀灰阶

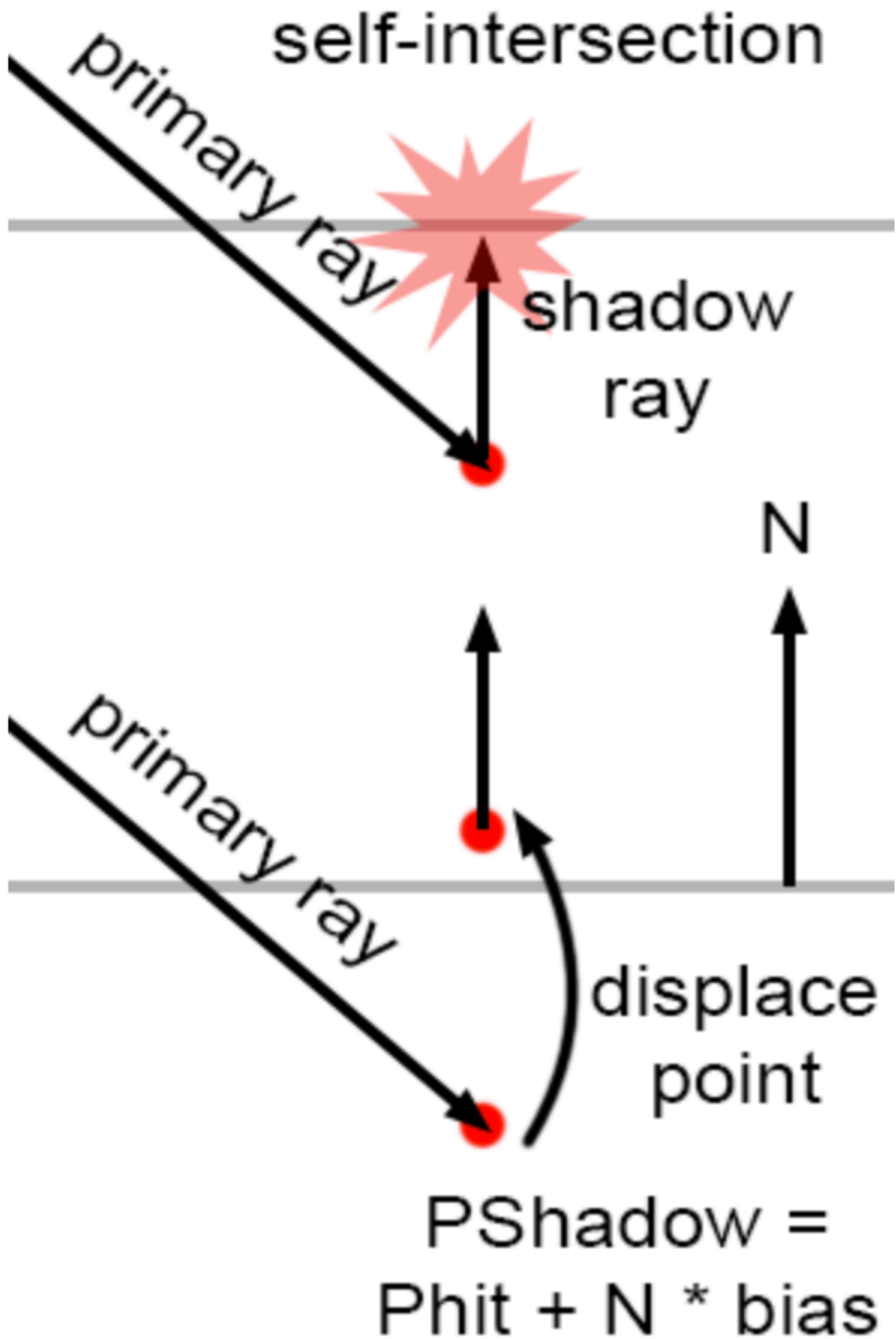


自然界线性增长的亮度

- 修复 shadow acne (ray tracing acne) ?

因为浮点数不精确，所以有时 hit_point 可能会被记录到实际交点的旁边，导致光线之后又被同一个地方错误地反射，因此需要特殊处理

处理方法，设置 t_{min} , 当 t 小于 t_{min} 时直接忽略



- True Lambertian Reflection

前面的在单位球内选择反射方向会导致反射更集中于法向量方向，而侧面较少
真正的光照分布中，反射方向应该是

$\cos x$ 分布（不是半球分布！）

实现方法是只在单位球表面选点！！（先在球内选点，再normalize）

- 另一种反射分布：
半球分布, 更直观

9. 金属

- 添加材质，两种设计：
 1. 提供一个统一的材质，含有各种参数，通过修改参数实现不同的材质效果
 2. 使用抽象类

- 建立材质抽象类

材质表示光线与物体表面的交互方式，需要：

1. 散射光线
2. 散射时，吸收一定量光线

- 材质

1. 可以一直散射，并在散射过程中将光线以反射率R衰减
2. 也可以不衰减地散射，并吸收比例为1-R的光线（被吸收的不再射出）
3. (上面两种方法效果一样)

- 金属材料不会散射，沿固定方向反射

- fuzzy reflection

反射可以适当模糊，方法是在反射方向上添加一个小球，并在球中随机选点做反射方向

- 球越大，反射越模糊

10. Dielectrics（透明体）

需要考虑折射

处理方法：碰撞时只生成一条线，随机选择是折射还是反射

- 折射定律：

$$\eta \sin \theta = \eta' \sin \theta'$$

η 为折射系数, θ 是角度

- 有时折射是无法发生的：

$$\sin \theta' = \frac{\eta}{\eta'} \cdot \sin \theta$$

If the ray is inside glass and outside is air ($\eta = 1.5$ and $\eta' = 1.0$):

$$\sin \theta' = \frac{1.5}{1.0} \cdot \sin \theta$$

The value of $\sin \theta'$ cannot be greater than 1. So, if,

$$\frac{1.5}{1.0} \cdot \sin \theta > 1.0$$

此时不能折射，只能反射

因为这种现象只会在光线在固体内部折射回空气时发生，因此叫全内反射

- Schlick Approximation

求解介质的反射系数十分复杂，通常使用该逼近公式

- 添加光环？

对于介质，可以将半径设为负值，进而可以添加光环，制造气泡效果

11. 可移动 camera

- camera 需要指定 fov（视角）以及宽高比
- 指定位置和朝向

12. 失焦模糊（景深）

- 设置焦距
- thin lens approximation

从一个虚拟的透镜平面发出光线