辐射度方法原理分析

在计算机图形学领域，辐射度方法，被用来模拟静态物体、静态光源之间的稳定的照明状态，来实现高度物理仿真的真实感图像绘制。

一般而言，辐射度方法主要用于模拟物体表面的多次漫反射并衰减到可以认为停止的状态的物理过程。从光量子观点来看，光能传递可以看作连续的光能量的离散微元在直线方向上连续的，源源不断地传递。对于表面上每一个受光点，在某一特定时刻，射入这一点的所有光量子总量是相同的，从这一点射出的光量子总量也是相同的，表面所有点射出的光能表现为表面的亮度。当然，如果要真实的来计量，需要有能够精确到光量子移动一个步长的时间的精度的时钟… 显然这只能理论分析而无法实际实现。

如果物体与物体之间的镜面反射是恒定的，也可以用有限元的方法来计算模拟。但是辐射度的本意就是漫反射的多方向辐射，所以镜面的有向反射不是它的兴趣范畴。设想可以让一面平面镜把光反射到面对镜子的墙上，出现明显的光亮区域。在程序运行时，当运动物体经过区域时，我们可以把实时阴影遮盖在光亮区域，产生真实的光影效果。可是如果是半透明的物体经过，让影子轻微一点。另一个问题是如果让遮挡住的光，应该照在物体身上？直接把lightmap 转移到遮挡物体上，也许可以trick一下：让遮挡体的diffuse材质和被照亮的墙面的diffuse 做个对比，将改变的光亮度渲染在遮挡物体上。大概可以作为可以勉强信服的图像效果。

光能传递的粒子流假想

光能粒子流

H

1. 红色小球位置是光源位置，不断地向外球形辐射“能量小球”
2. 第一批辐射出来的一个粒子球面在各自方向上不断推移，直到和平面第一次碰撞
3. 第一层粒子球面推进到第二层球面，应该分解成布满更大球面的粒子。但是单个能量减少了，能量总数没变（假设没有任何介质吸收）
4. 第一个到达平面H点的粒子和平面发生碰撞后，一部分能量被表面吸收，变成热能，或者其它能量。剩余的能量向一个半球面均匀散射。散射出的每个粒子流继续与沿途的表面碰撞，散射，并衰减能量。这样，第一个能量粒子，在不断的反弹中，直到能量很微弱，就可以认为消灭了。或者说它的能量被沿途碰撞表面吸收了。
5. 和第一个到达平面H点的粒子所在的光路上的后续粒子，源源不断地撞击在H点，在场景静止不变的情况下，它将沿着第一个粒子的完全相同路径弹射，碰撞表面，能量衰减直至衰亡
6. H点半球形漫反射出去的所有的光量子，还有可能被按照某个路径在回到这个点，并且再次衰减，散射，每个散射出去的光粒子，直到衰亡位置。紧紧跟在它后面的光粒子和他的命运经历完全一样。
7. 沿着光源其他方向射出的粒子，并且到达平面的粒子也是上述过程，散射，碰撞，再散射，直到完全衰亡
8. 从光源环形辐射出来的光能粒子不是一下子就能把空间充满，也许要时间。
9. 被照射平面上的每一点，直到所有可能到达他的直射和反射，以及弹回的粒子所经过的路径上全部被光子“打通”，就达到亮度平衡，在后续的时间中，到达该点的粒子和射出的粒子都是相同的方式，这时这一点达到稳定的光照状态
10. 直到表面上所有的点都达到稳定的光照状态，那么整个系统全部达到平衡的光照状

显然，辐射度要求光能恒定传递，所以无法模拟闪烁的照明效果。这个时候宏观上表面看起来是亮度稳定不变的。

1. 只要某一点还存在未打通的“光路”，那么就还未达到平衡。也就是说这一点的继续散射出去的光还会影响到其它点。意味着整个系统尚未达到平衡
2. 在人的感知能力中，所有点的光能射入射出达到平衡态是一瞬间就完成的过程。
3. 整个系统辐射度平衡建立的过程就是就是我们要模拟的过程，获得稳态下的每一点的稳定亮度，就辐射度的最终目标。

辐射度采用的方法

辐射度方法采用有限元观点，将有限的场景分成足够小的离散的patch，以patch中心作为采样点，来计算这一点达到漫反射能量平衡时的亮度，作为最终的平均亮度。Path之间采用线性插值来光栅化，只要patch分的足够小，就可以真实的模拟全局漫反射。

这样不但把被照射点有限化，也把光的反射通路有限化了。

这里的观点不再是光路跟踪，而是考虑“小平面和小平面之间相互观察”，计算出总的出射能量达对方的比例因子，因为它和角度有关，所以叫做形状因子。

假定一开始，所有小平面只能看到光源，那么这时小平面便有了一个初始的入射能量和出射能量

有了初始的出射能量后，小平面开始第一轮的相互观察，计算出其他所有平面到达自己的入射能量。根据自己的反射率计算出最终的亮度。计算的过程，并不覆盖掉原有的能量，而是将结果暂存。完成一轮漫反射后计算总量，如果能量总值小于某个阈值，就停止。说明这个时候任何一个面片漫射出的光对系统的影响可以忽略不计，近似的认为达到了系统能量平衡。能量源源不断的注入，也在源源不断的被吸收转化。但表面漫反射出的光能是恒定的。