



整体光照模型

王坤峰 教授

信息科学与技术学院



内容

- 局部光照模型
- 整体光照模型
- 光线跟踪算法



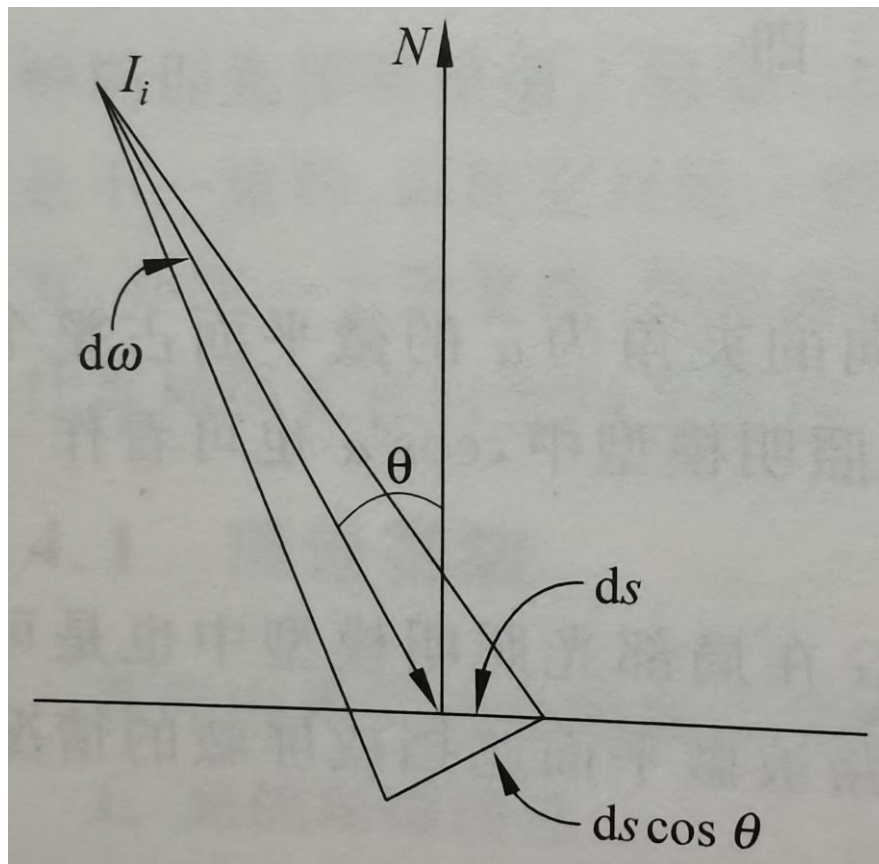
局部光照模型

在真实感图形学中，仅处理光源直接照射物体表面的光照模型成为局部光照模型，与此相对应的可以处理物体之间光照的相互作用的模型成为整体光照模型。

简单光照模型可以计算经点光源照明的物体表面的光强，实际上就是一种局部光照模型。但是，这种模型认为镜面反射项与物体表面的材质无关，与实际情况是不一致的，因此它只是一种经验模型。

局部光照模型

入射光能量计算





局部光照模型的优点

局部光照模型是基于入射光能量导出的光辐射模型，而简单光反射模型基于经验，前者更具有理论基础。

局部光照模型的反射项以实际物体表面的微平面为基础，反映表面的粗糙度对反射光强的影响，比简单光照模型精确。

局部光照模型根据材料的物理性质决定颜色，而简单光照模型的高光颜色与材料无关。

用简单光照模型生成的物体图像，看上去像塑料，显示不出磨亮的金属光泽；而局部光照模型中，反射光强的计算考虑了物体材质的邮箱，可以模拟金属的光泽。



前述光照模型的缺点

简单光照模型和局部光照模型，虽然可以生成物体的真实感图像，但只是处理光源直接照射物体表面的光强计算，不能很好地模拟光的折射、反射和阴影等，也不能用来表示物体间的相互光照影响。

基于简单光照模型的光透射模型，虽然可以模拟光的折射，但是这种折射的计算范围很小，不能很好地模拟多个透明体之间复杂的光照现象。

解决上述问题，需要更精确的光照模型。



整体光照模型

整体光照模型是一种更精确的光照模型，它是相对于局部光照模型而言的。

在现有的整体光照模型中，主要有光线跟踪和辐射度两种方法，它们是当今真实感图形学中最重要的一种图形绘制技术，在CAD及图形学领域得到了广泛应用。



光线跟踪算法的历史

光线跟踪算法是真实感图形学中的主要算法之一，该算法具有原理简单、实现方便和能够生成各种逼真的视觉效果等优点。

在真实感图像学对光线跟踪算法的研究中，早在1968年Appel研究消隐算法时，就给出了光线跟踪算法的描述。1979年，Kay和Greenberg在研究中考虑了光的折射。1980年，Whitted提出了第一个整体光照Whitted模型，并给出了一般光线跟踪算法的范例，综合考虑了光的反射、折射、透射和阴影等。



光线跟踪算法的基本原理

由光源发出的光到达物体表面后，产生反射和折射，简单光照模型和光透射模型模拟了这两种现象。在简单光照模型中，反射光被分为漫反射光和镜面反射光。简单光透射模型把透射光分为漫透射光和规则透射光。

由光源发出的光成为直接光，物体对直接光的反射或折射分别成为直接反射和直接折射。

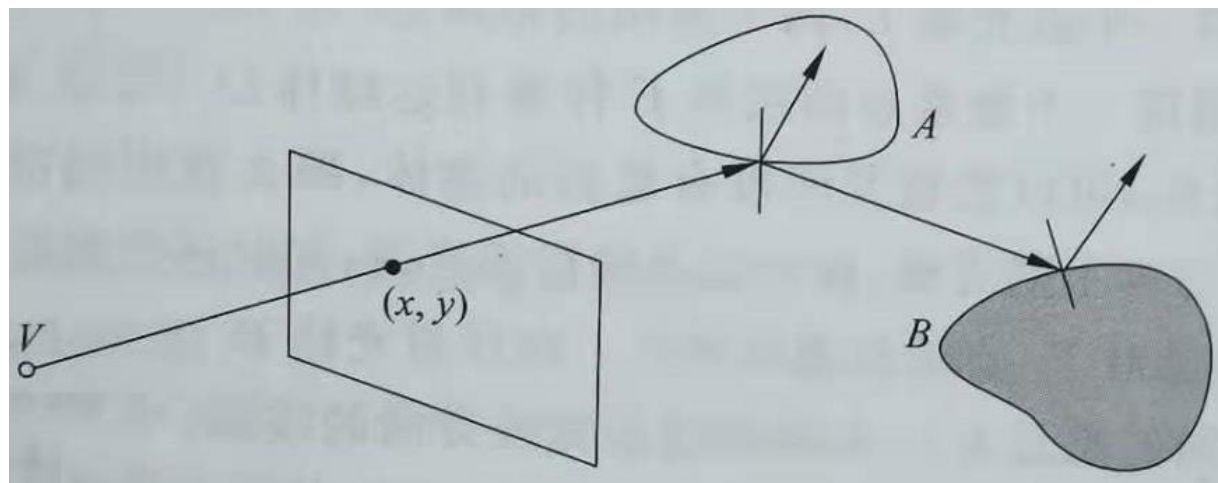
把物体表面间反射和折射的光称为间接光，并称这种反射为间接反射，这种折射为间接折射。

光线在物体之间的传播方式，是光线跟踪算法的基础。

最基本的光线跟踪算法是跟踪镜面反射和折射。从光源发出的光遇到物体的表面，发生反射和折射，光就改变方向，沿着反射方向和折射方向继续前进，直到遇到新的物体。

光源发出光线，经反射与折射，只有很少一部分可以进入人的眼睛，因此实际光线跟踪算法的跟踪方向与光传播的方向是相反的，是一种视线跟踪。

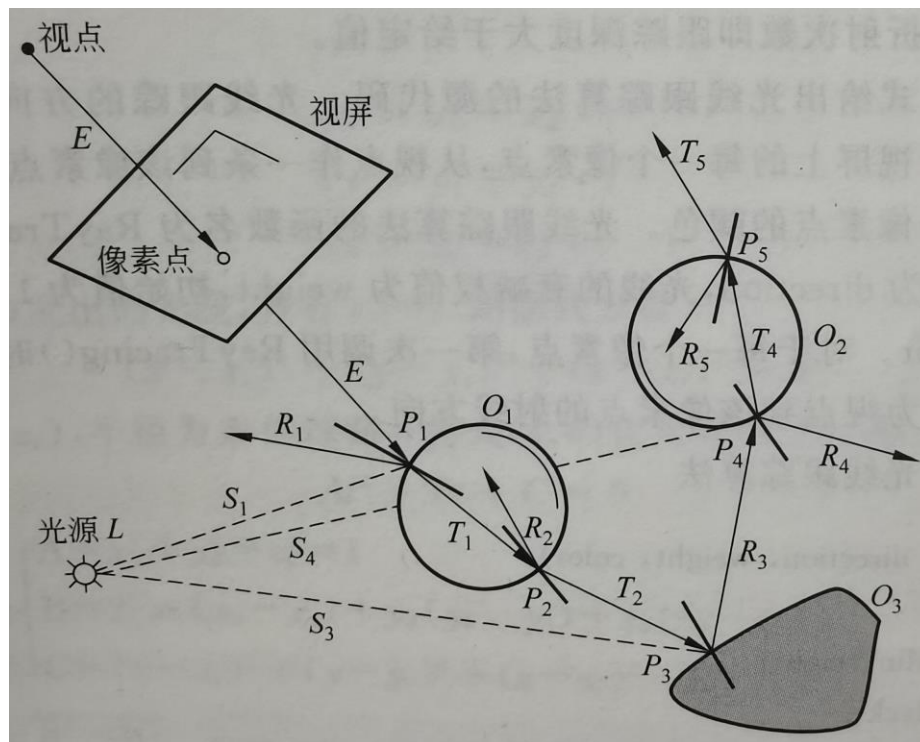
由视点 V 经像素 (x,y) 发出一根射线，与第一个物体相交后，在其反射与折射方向上进行跟踪。



4种光线的定义：由视点经像素 (x,y) 发出的射线，即视线；物体表面上点与光源的连线，即阴影测试线；反射光线；折射光线。

光强的计算方法：当光线与物体表面相交于点 P 时，光在点 P 对光线方向的贡献分为三部分，这三部分光强相加，就是该条光线在点 P 处的总光强。

- (1) 由光源产生的直接光照射光强，是交点处的局部光强
- (2) 反射方向上由其他物体引起的间接光照光强
- (3) 折射方向上由其他物体引起的间接光照光强



模拟一个由两个透明球和一个非透明物体组成的场景的光线跟踪。

光线跟踪的基本过程

在该场景中，有一个点光源 L ，两个头帽的球体 O_1 和 O_2 ，一个不透明的物体 O_3 。

首先，从视点出发经过视屏一个像素点的视线 E 传播到球体 O_1 ，交点为 P_1 。.....

光线跟踪算法实际上是自然界光照明物理过程的近似逆过程，这一过程可以跟踪物体间的镜面反射光线和规则透射，模拟了理想表面的光的传播。



光线跟踪的终止条件

虽然在理想情况下，光线可以在物体之间进行无限的反射和折射，但是在实际的算法过程中，不可能进行无穷的光线跟踪，需要列出一些终止条件：

- （1）该光线未碰到任何物体。
- （2）该光线碰到了背景。
- （3）光线在经过多次反射和折射以后会产生衰减，光线对于视点的光强贡献很小（小于某个设定值）。
- （4）光线反射或折射次数即跟踪深度大于给定值。

伪代码

```
RayTracing(start, direction, weight, color)
{
    if (weight < MinWeight)
        color = black;
    else{//计算光线与所有物体的交点中离start最近的点
        if (没有交点)
            color = black;
        else{
             $I_{local}$  = 在交点处用局部光照模型计算出的光强;
            计算反射方向 $R$ ;
            RayTracing(最近的交点,  $R$ , weight* $w_r$ ,  $I_r$ );
            计算折射方向 $T$ ;
            RayTracing(最近的交点,  $T$ , weight* $w_t$ ,  $I_t$ );
            color =  $I_{local} + K_r I_r + K_t I_t$ ;
        }
    }
}
```