

计算机图形学小白入门

——从0开始实现OpenGL

光照理论解析

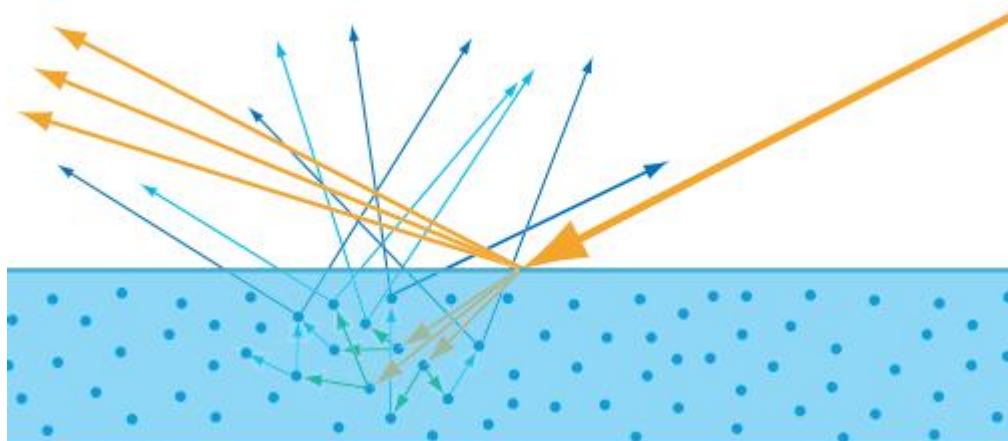


授课：赵新政
资深三维工程师

专注3D图形学技术
教育品牌

光照概述

- 现实世界，光照与物体表面反应十分复杂，受到诸多因素影响；在计算机图形学当中，都是采用模拟而非物理的方式进行
- 光与介质的反射模型



- 一部分光能接触到物体后，直接被反射出去（镜面反射）
- 一部分光能进入物体内部，从而被吸收或者**四面八方逃逸出去**（漫反射）
- 在本次课程当中，我们实现**漫反射光的模型（非物理）**

光照理论解析

颜色模型（非物理）

- 光源颜色可以使用RGB混合颜色来进行表示，每个通道**0-1**，代表了各个通道光的**光能强度**
- 物体的颜色RGB，，每个通道**0-1**，可以认为是对于各个颜色通道光能的反射比例

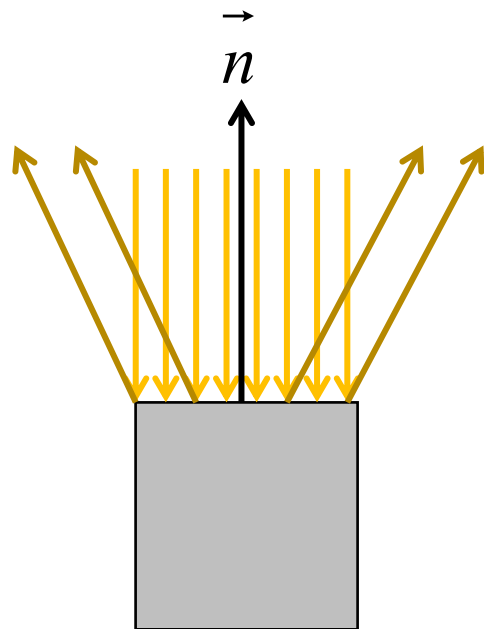
举例：

- 当前光的颜色为 (1.0, 0.8, 0.4) ，照射到了物体表面的一个点
- 物体表面点颜色为 (0.4, 0.2, 0.1)
- 光能冲击进入物体内部后，按照物体颜色比例逃逸出物体表面，向各个方向发散，逃逸光能颜色为：

$$color = (r_{light} \cdot r_{object} \quad g_{light} \cdot g_{object} \quad b_{light} \cdot b_{object})$$
$$color = (1.0 * 0.4 \quad 0.8 * 0.2 \quad 0.4 * 0.1) = (0.4 \quad 0.16 \quad 0.04)$$

光照模型

- **lightColor**定义为：
 - 考察物体上一个微小的方块（即一个像素）
 - 本微元的**法线方向**与**光入射方向**垂直
 - 本微元接收到了所有达到上面的光能，并且做到了**全面吸收**，按比例向四面八方释放
 - 这种微元吸收到的光定义为**lightColor**



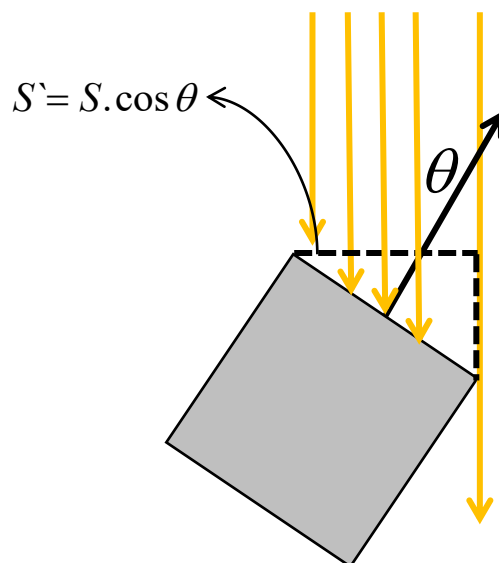
漫反射的光能为：

$$color = lightColor.ObjectColor$$

光照理论解析

光照模型

- 考察物体上一个微小的方块（即一个像素）
- 本微元的**法线方向**与**光入射方向**产生了 θ 角度
- 本微元无法全面接受光能**lightColor**，则只能够吸收到部分光能，则表面在光能垂直方向面积



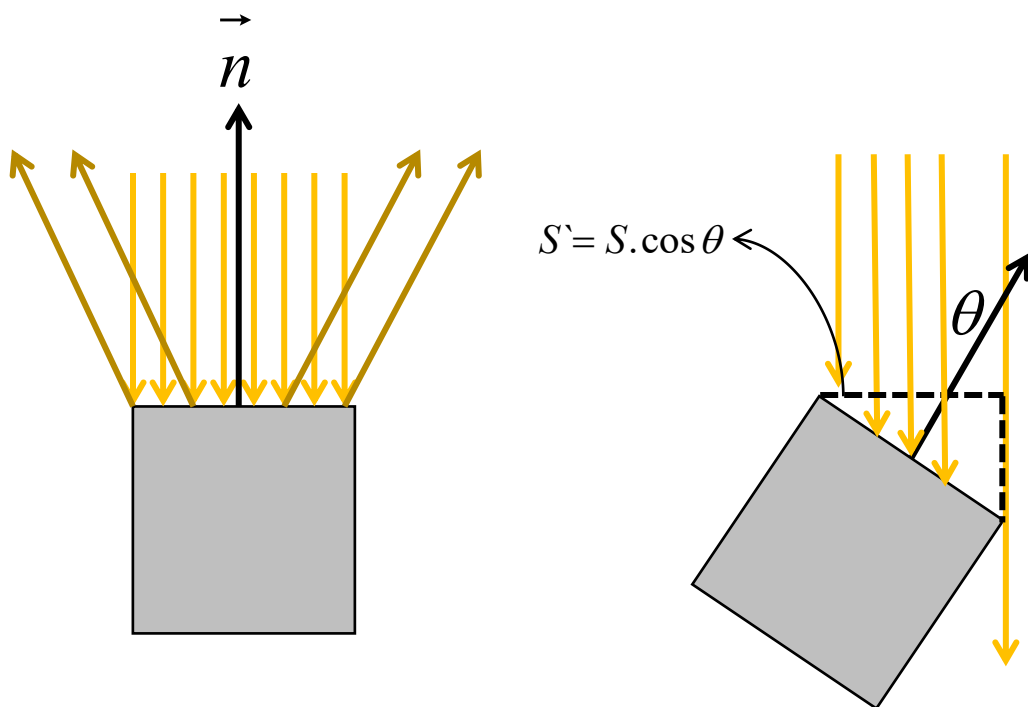
漫反射的光能为：

$$color = lightColor.ObjectColor.\cos \theta$$

光照理论解析

Lambert Model

- 对于漫反射进行建模，并且按照余弦角度进行光能模拟的算法，即Lambert光照模型
- 光能方向为 $lightDir$ ，法线为 n ，二者归一化



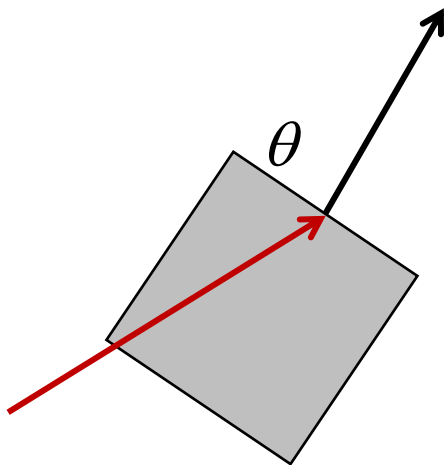
漫反射的光能为：

$$color = lightColor.ObjectColor.dot(\vec{n}, -\overrightarrow{lightDir})$$

光照理论解析

余弦函数夹逼

- 光照可能会产生如下所示情况：
- 即光从表面像素的下方入射，导致余弦值为负，所以需要对余弦结果进行处理
- 如果小于0，则为0；如果大于1，则为1；中间保持



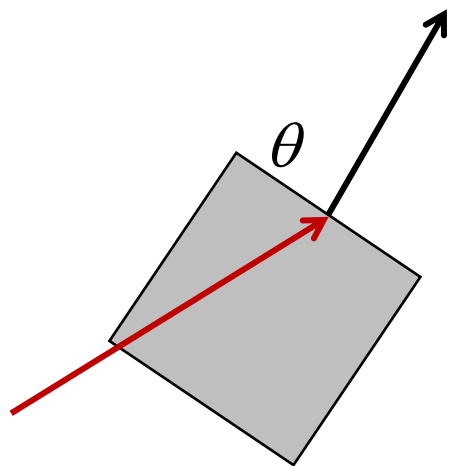
漫反射的光能为：

$$color = lightColor.ObjectColor.clamp(\cos \theta \quad 0 \quad 1)$$

光照理论解析

环境光

- 在余弦值被处理为0的情况下，不受光的面就会呈现完全的黑色；
- 为了防止这种情况，我们规定在无论何时，物体都会得到一定的**微小的环境光**-lightEnv



漫反射的光能为：

$$lightEnv = lightEnv.ObjectColor$$

$$color = lightColor.ObjectColor.clamp(\cos \theta \quad 0 \quad 1) + lightEnv$$