

增量式光照模型

- Gouraud明暗处理

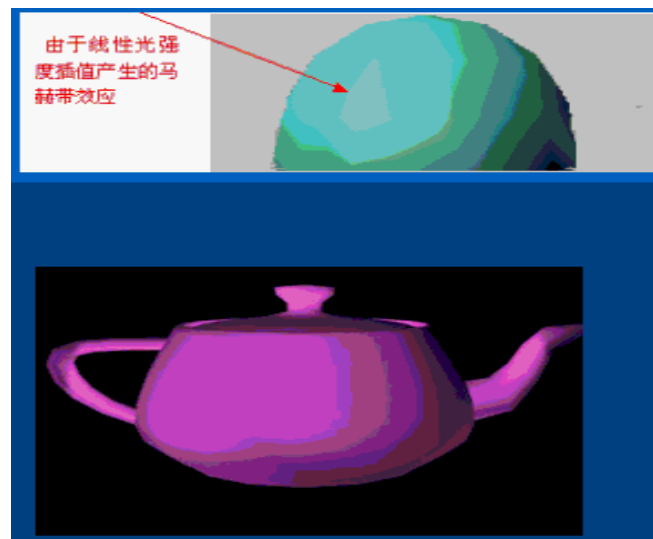
一、为什么要进行明暗处理？

- § 三维物体通常用多边形（三角形）来近似模拟。
- § 由于每一个多边形的法向一致，因而多边形内部的像素的颜色都是相同的，而且在不同法向的多边形邻接处，光强突变，使具有不同光强的两个相邻区域之间的光强不连续性(马赫带效应)。



用简单光照模型显示

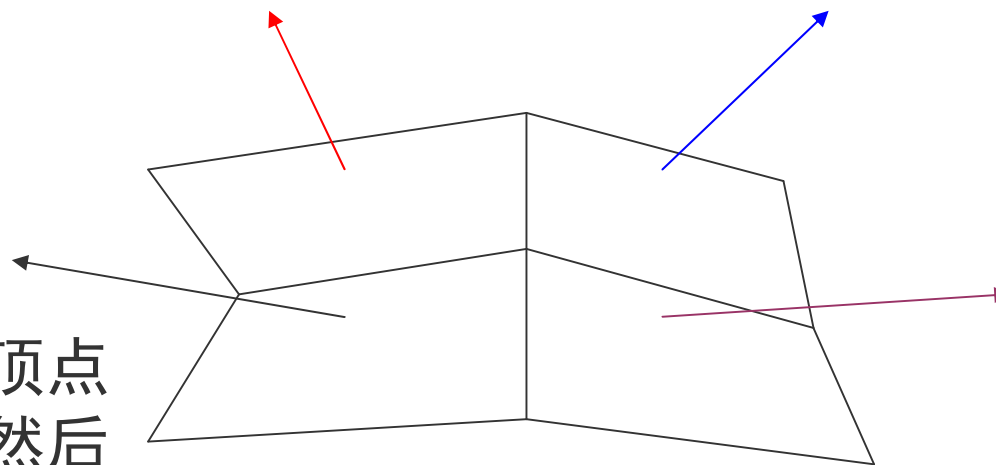
一、更多示例



解决办法? → 增量式光照模型

二、如何进行明暗处理？

基本思想： 每一个多边形的顶点处计算出光照强度或参数，然后在各个多边形内部进行均匀插值



常用方法：

- ü Gouraud明暗处理(双线性光强插值算法)
- ü Phong明暗处理(双线性法向插值算法)

三、Gouraud明暗处理

n 1971年，由Gouraud提出，又称双线性光强插值。

n 基本步骤由四步构成。

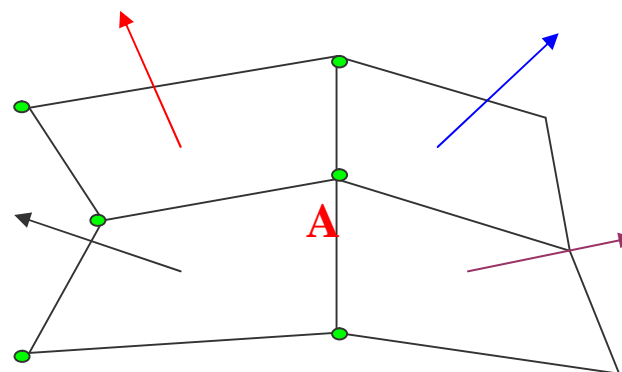
三、Gouraud明暗处理

ü 第一步

n 计算多边形顶点的平均法向。

与某个顶点相邻的所有多边形的法向平均值近似作为该顶点的近似法向量，顶点A相邻的多边形有k个，它的法向量计算为：

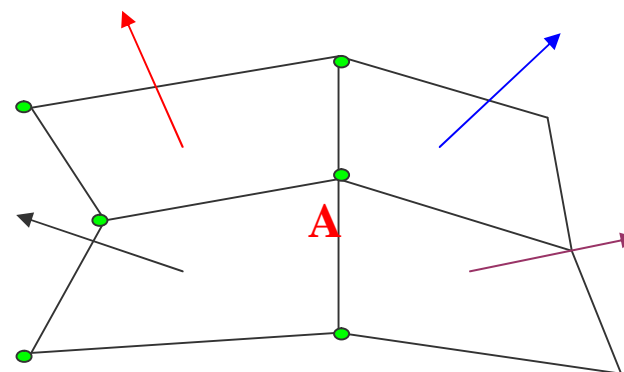
$$N_a = \frac{1}{k} (N_1 + N_2 + \dots + N_k)$$



三、Gouraud明暗处理

ü 第二步

n 用Phong光照模型计算顶点的光强。



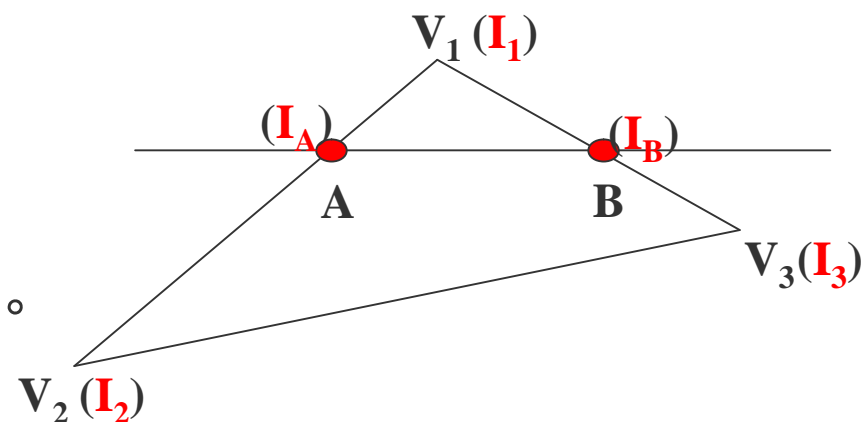
Phong光照模型出现前，采用如下光照模型计算：

$$I = I_a K_a + I_p K_d (L \cdot N_a) / (r + k)$$

三、Gouraud明暗处理

ü 第三步

n 插值计算离散边上个点的光强。

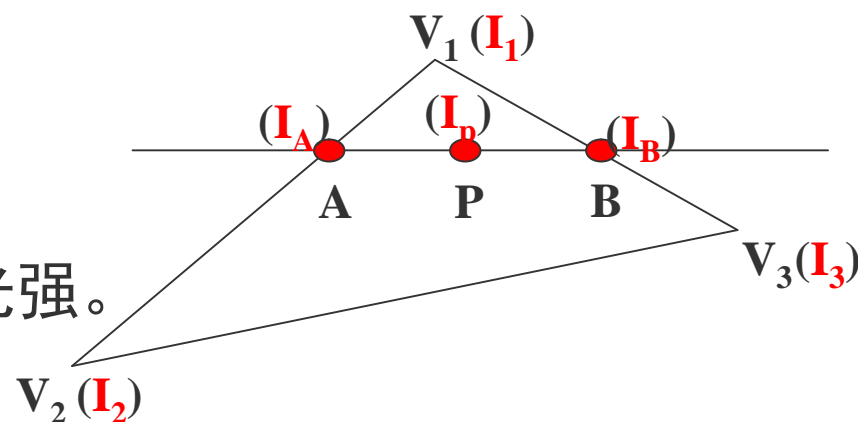


$$I_A = uI_1 + (1 - u)I_2 \quad u = \frac{AV_2}{V_1V_2}$$
$$I_B = vI_1 + (1 - v)I_3 \quad v = \frac{BV_3}{V_1V_3}$$

三、Gouraud明暗处理

ü 第四步

n 插值计算多边形内域中各点的光强。



$$I_p = tI_A + (1 - t)I_B \quad t = \frac{PB}{AB}$$

求任一点的光强需进行两次插值计算。

三、Gouraud明暗处理

ü 增量计算

n 为减少计算量，采用增量计算方法。

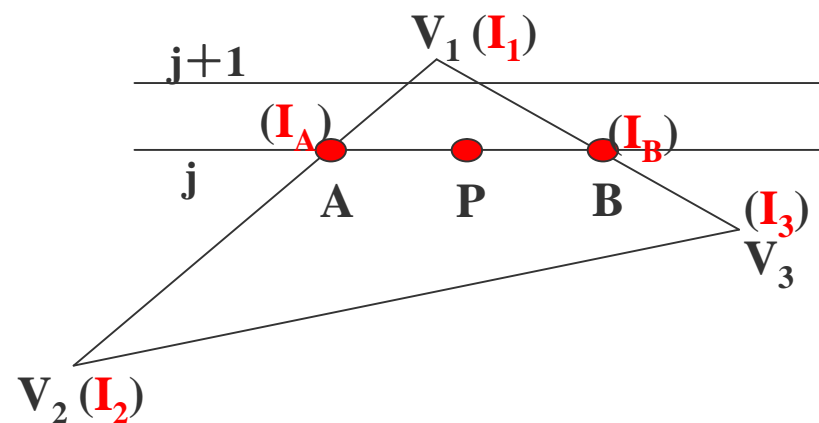
新扫描线：

$$I_{A, j+1} = I_{A, j} + \Delta I_A$$

$$I_{B, j+1} = I_{B, j} + \Delta I_B$$

$$\Delta I_A = (I_1 - I_2) / (y_1 - y_2)$$

$$\Delta I_B = (I_1 - I_3) / (y_1 - y_3)$$



扫描线内部：

$$I_{i+1, p} = I_{i, p} + \Delta I_p$$


$$\Delta I_p = (I_B - I_A) / (x_B - x_A)$$

增量式光照模型

- Phong明暗处理

一、 Gouraud明暗处理的不足

- § Gouraud明暗处理有一个最大的缺点，就是不能有镜面反射光（高光）。
- § 双线性插值是把能量往四周均匀，平均的结果就是光斑被扩大了，本来没有光斑的地方一插值反而出现了光斑。

解决办法？  Phong明暗处理

一、 Phong明暗处理

§ 与Gouraud明暗处理有何不同？

双线性光强插值？  双线性法向插值

§ 以时间为代价，引入镜面反射，解决高光问题

一、 Phong明暗处理

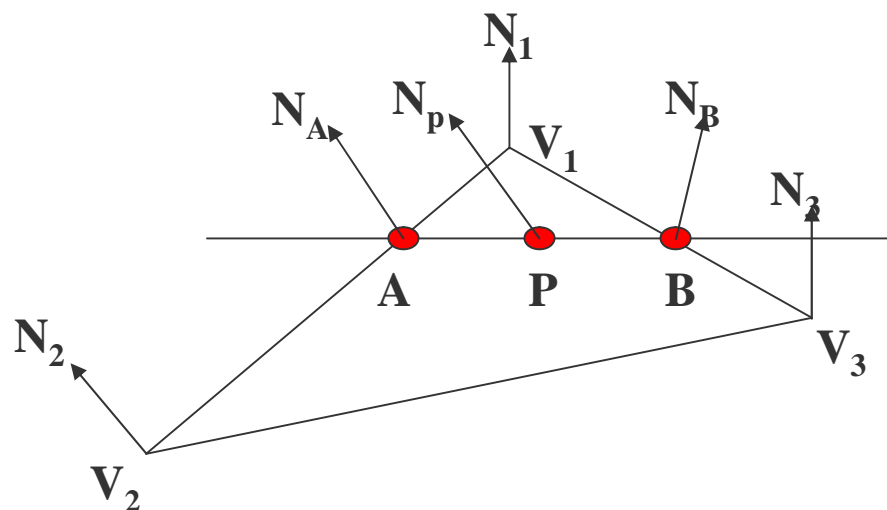
Phong明暗处理基本步骤：

- n 计算每个多边形顶点处的平均单位法矢量，这一步骤与Gouraud明暗处理方法的第一步相同。
- n 用双线性插值方法求得多边形内部各点的法矢量。
- n 最后按光照模型确定多边形内部各点的光强。

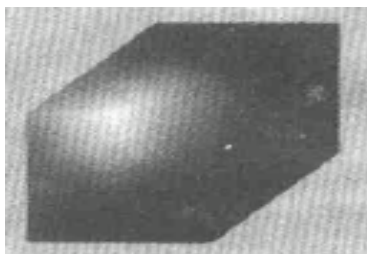
一、 Phong明暗处理

Phong明暗处理是先算角点的法向量，再算内部点的法向量，最后再用新的光照模型算内部点的颜色值。

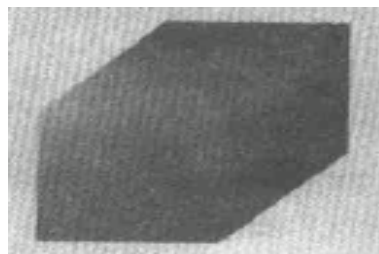
点A的法向量 N_A 为 N_1 与 N_2 的线性插值，点B的法向量 N_B 为 N_1 与 N_3 的线性插值，点P的法向量 N_P 为 N_A 与 N_B 的线性插值。



二、 两种增量式光照模型比较



Phong方法



Gouraud方法

Phong方法	Gouraud方法
1、产生的效果高光明显； 2、高光多位于多边形内部； 3、明暗变化缺乏层次感。	1、效果并不明显； 2、多边形内部无高光； 3、光强度变化均匀，与实际效果更接近。

三、 增量式光照模型总结

n 双线性光强插值（Gouraud模型）能有效的显示漫反射曲面，计算量小，速度快。

n 双线性法向插值（Phong模型）可以产生正确的高光区域，但是计算量要大的多。

n 增量式光照明模型的不足

- 物体边缘轮廓是折线段而非光滑曲线
- 等间距扫描线会产生不均匀效果
- 插值结果取决于插值方向

四、与简单光照模型区别

牛的三角网格模型



用简单光照模型显示



用增量式光照模型显示