**阴影渗透**

**What:**

使用Shadow Map实现阴影的时候，如果不对阴影效果进行微调，就会出现交错条纹状阴影的情况，这种现象被比喻为“痤疮（Acne）”，专业术语叫做阴影渗漏（Shadow Acne）。

**Why:**

**How:**

**为什么会出现阴影渗透？**

主因是阴影贴图分辨率的问题，如果分辨率比较小，导致在场景中多个片元在计算阴影时对应上了同一个阴影贴图的纹素，导致判断该片元是否在阴影中出现了问题。

**增大贴图分辨率可以避免阴影渗透吗？**

增大阴影贴图分辨率可以减小世界空间纹素大小，痤疮会变小，但不会消失，同时痤疮数量也会变多，所以无法通过修改阴影贴图分辨率来解决问题。

**调整深度偏差**

解决阴影渗漏最直接的办法就是计算出La、Lb、Lc和Ld的长度，沿着这些线的反方向往回拉一拉，即减去一个微小的偏移值，使得最终La、Lb、Lc和Ld的长度都小于L，这样原本应该能被照亮的地方确实被照明了，这种方法叫做调整阴影偏差（Shadow Bias）。

**调整深度偏差方法的缺陷是什么？**

​比较难定量的针对当前被照明的物体的表面凹凸程度设置准确的偏差值，随着深度偏差将阴影投射推离光线，采样阴影也会向同一方向移动。如果偏差设置的过小，依然会有一些应被照亮的片元没被照亮，如果偏移值过大就会导致影物飘离（Peter Panning），即原本某些应该被遮住不被照亮的片元反而被照亮，显得物体和它的影子分开了一样。

**基于斜度比例的深度偏差值**

大部分改善对阴影深度贴图采样误差的算法，其核心思想是分析待绘制场景中各部分内容对采样误差的影响程度。

斜度偏差是该片元在水平或垂直方向上的导数值，对应正面照亮的物体表面，该值为0。当光线在水平或垂直方向至少其中一个以45度角入射时值为1。当表面法线和光照方向的点积是零时，该值为无穷大。因此需要更多时，偏差会自动增加且没有上限。

**法线偏差**

在采样阴影时使表面沿法线方向偏移一点，然后对表面的一点进行采样，如果距离足够远就可以避免阴影痤疮，这虽然会让阴影的位置发生稍微的改变，可能导致边缘不对齐或添加假阴影，但这些改变远没有影物飘离（Peter Panning）来的明显。

如果只考虑一个维度，那么移动距离等于一个世界空间中纹素大小的偏移就足够了。通过包围球直径除以阴影图块尺寸得到纹素的大小。需要注意的是，纹素是正方形，最坏的情况是不得不沿着正方形的对角线偏移，所以将纹素大小乘以根号2进行缩放。

Bias属性和Normal Bias属性。

灯光组件的Bias和Normal Bias属性原本代表的是裁剪空间的深度偏差和世界空间的法线偏差。

我们使用Bias属性作为我们管线的斜度比例偏差值来进行自由调节，然后将Normal Bias属性应用到我们计算好的法线偏差中，使得法线偏差也可以自由调节。