

# 蒙特卡洛次表层散射

Gregory White

2011年5月5

日

## 1 激励

Subsurface scattering是一种技术，我对它感兴趣已经有一段时间了。作为一个三维照明艺术家，这项技术对我的渲染质量起到了很大的作用。我做这个项目的目的是为了更深入地了解这项技术，以便我可以在我的艺术中以更聪明和有效的方式使用它。



图1：表面下散射光的例子；从左到右：脱脂牛奶、全脂牛奶、白色油漆

## 2 算法

在阅读了Pharr/Hanrahan的论文后，我对蒙特卡洛次表面散射有了更好的理解。然而，这背后的数学

技巧是我所不能及的。所以我的算法是艺术家/程序员对本文所述方法的抽象。我试图提取该算法的关键元素，同时撇开复杂的部分，因为在这点上，我的范围有点大。我的算法适合计算阴影和反射光线的并行光线追踪功能。在计算出阴影后，如果光线击中了球体，光线就会以一个固定的量延伸到球体中。颜色是在球体的那个位置计算的。颜色是通过观察射线穿透球体的深度来确定的。然后，射线被一个随机的单位矢量移位，并再次按固定数量延伸。每个位置的颜色都被累积起来，直到循环结束。循环在经过预定数量的弹跳后或在射线离开球体时终止。终止时，颜色被除以反弹次数并加入答案。该算法比典型的光线追踪解决方案要慢，但绝对没有预期的那么慢。

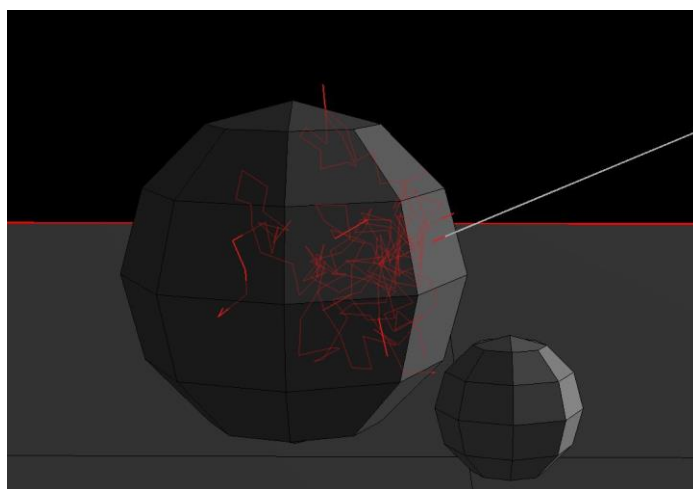


图2：散射射线的可视化。

如前所述，这个算法是对真正的蒙特卡洛次表面散射的抽象化。我的算法是随机决定射线方向和延伸长度。在蒙特卡洛解决方案中，射线遵循一套特定的规则，描述了射线可能遇到的每种情况。这些情况中的每一种都由它自己的方程来表示。这些方程可以组合在一起，产生正确的结果。

### 3 结果

我的结果决不是完美的。然而，它确实产生了一个类似于准确例子的结果。下面的图片是我对牛奶的尝试的迭代。图像中出现的噪音是我的解决方案的一个缺点。我还有一个问题，就是我的球体周围有一个薄薄的黑边。尽管它实际上看起来很有趣，但它并不是一个理想的结果。我可以通过减少我的初始射线延伸到一个非常小的数字来消除它，但这也减少了次表面散射的整体效果。我的解决方案也不能很好地处理颜色。我把RGB转换为HSV，以便根据深度来改变颜色，但这并没有按计划进行。

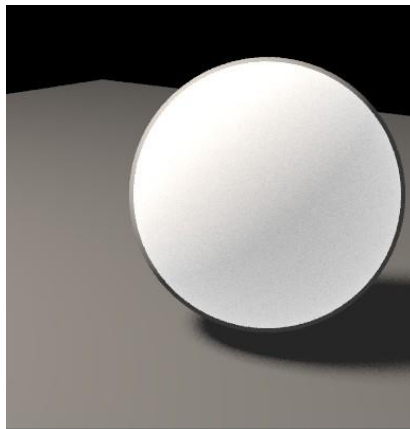


图3：试图重现SSS效果；最佳效果

### 4 总结

总的来说，我的解决方案产生了一个有趣和半准确的结果。它还没有达到Pharr/Hanrahan或Jensen的解决方案的水平，也没有达到Maya或3DS Max等行业程序的水平。然而，实施它无疑扩大了我对该技术的认识，这是我的最终目标。