

BSSRDF 設計のための表面下散乱シミュレーション

益池功 玉木徹 金田和文  
(広島大学大学院工学研究科)

1. はじめに

コンピュータグラフィックスにおいて、大理石などの半透明物質をリアルにレンダリングするためには、物質表面上だけでなく、物質内部における光の散乱を考慮した双方向表面下散乱反射分布関数(BSSRDF)が必要となる。Jensen らは、表面下の多重散乱光成分を双極子光源を用いて近似したBSSRDF を提案している[1]。実際には光の入射角が大きくなると、表面下散乱によって最も明るくなる位置が入射点からずれてくる。しかし、Jensen らの手法ではそれを表現することができない。よりリアルな画像を生成するためには、精度良いBSSRDF が必要となる。

本研究では、よりリアルな画像生成のための BSSRDF 設計指針を確立することを目指す。すなわち、物質の散乱特性(アルベド, 位相関数)を変化させて表面下散乱シミュレーション[2]を行い、表面下放射照度分布の特性を調査・検討し、BSSRDF 設計指針を得る。

2. 表面下散乱シミュレーションとシミュレーションモデル

単散乱光に対して、表面下散乱方程式を光ビームの通過経路に沿って、それに内接する球ボリュームを用いて離散化を行う(図 1 参照)。多重散乱光に対しては、初期散乱後の光ビームが通過する空間全体に対して離散化を行って表面下放射照度を求める。

図 2 にシミュレーションモデルを示す。物質のアルベドを 0.999 とし、Henyey-Greenstein 位相関数[1]を用いる。

3. 調査項目

表面下放射照度分布の特性を検討するために、以下の項目を表面下散乱シミュレーション[2]を用いて調査・検討する。

(1)単散乱光と多重散乱光の影響度

二重散乱の影響度を次式により算出する。

$$\alpha = \frac{E_2}{E_1 + E_2} \times 100[\%] \quad (1)$$

ここで、 $E_1, E_2$  はそれぞれ単散乱と二重散乱による表面下放射照度である。

入射角  $\theta = 60^\circ$  のとき、図 2 の斜線領域における影響度分布を図 3(a)に、位相関数パラメータ  $g$  を変化させたときの  $x$  軸上での影響度を図 3(b)に示す。二重散乱の影響が入射点か

ら離れるにつれて大きくなるのが分かる。また、 $x$  が正の部分より負の部分の影響度が大きくなるのが分かる。

(2)表面下放射照度分布形状

入射角  $\theta = 60^\circ$  , 位相関数パラメータ  $g = 0.8$  のときの放射照度分布を図 4 に示す。

(3)表面下放射照度最大点と入射角との関係

図 4 より、単散乱よりも二重散乱の方が放射照度のピークが入射点から離れていくことが分かる。

4. おわりに

本稿では、BSSRDF 設計のための表面下放射照度分布の特性を調査・検討した。今後の課題は、入射角, アルベドを変えて、表面下放射照度分布の詳細な特性を調査し、BSSRDF 設計指針を確立することである。

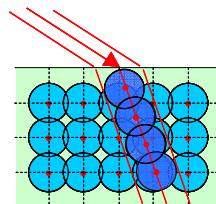


図 1 球ボリュームによる離散化

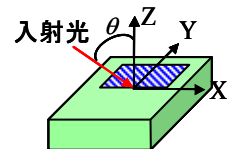
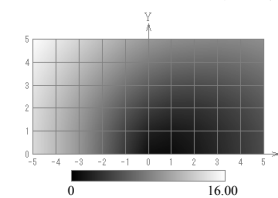
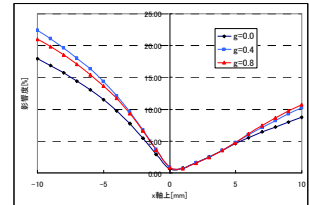


図 2 シミュレーションモデル  
平面:20cm×20cm 厚さ:5cm  
表示範囲:10mm×5mm

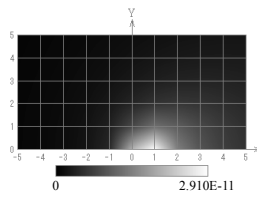


(a) 影響度分布( $g=0.8$ )

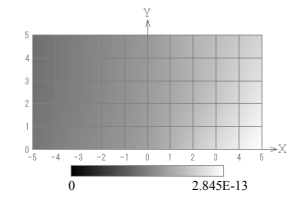


(b) x 軸上での影響度

図 3 二重散乱の影響度



(a) 単散乱



(b) 二重散乱

図 4 表面下放射照度分布(図 2 斜線領域)

参考文献

[1] H. W. Jensen, S. R. Marschener, M. Levoy, P. Hanrahan, "A practical model for subsurface light transport", Proc. SIGGRAPH'01, pp. 511-518, 2001.  
[2] 益池功, 玉木徹, 金田和文: "光ビームを用いた表面下散乱方程式の解法に関する研究", 2007 年電子情報通信学会総合大会情報・システムソサイエティ特別号特別企画「学生ポスターセッション」, p.83, 2007.