電子情報通信学会 1997 年総合大会講演論文集 [2],143(1997.3).

計算機合成ホログラムにおける拡散面のレンダリング

A Rendering Method for Diffused Surface in Computer-Generated Holograms

上西修平，松島恭治†，有安富雄

S. Jhonishi, K. Matsushima† and T.Ariyasu

関西大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, Kansai University

1 はじめに

ディスプレイ用の計算機合成ホログラムにおいて広く用いられる点光源からの回折を計算する方法は，比較的高速な計算が可能なことから，表面モデルの物体への適用も試みられている．しかしながら，点光源を充填して表現した面の明るさは観察方向に依存しており，そのままでは拡散面を表現しえない [1]．

本報告では，測光モデルによる点光源充填面の輝度特性から，明るさが観察方向に依存しない拡散面をレンダリングする方法について検討する．

2 点光源充填面の測光モデル

測光モデルを図 1 に示す．点光源は面積密度 σ で物体の表面に均一に配置しているとし，各点光源からの光波は点光源からの距離 r に対して，

$$u_p(r) = \frac{a_p}{r} e^{-ikr} \tag{1}$$

で表す．ここで，k は波数である．また，a_p は点光源の光波の振幅であり，距離 r での光強度 (放射束密度) が $|u_p(r)|^2$ に等しいような単位 (次元) を持つ量である．

面の法線に対して角度 θ の方向で観測するとし，距離 r の位置に微少面積 dS とその立体角 $d\Omega$ を考えると，放射強度は，$I_p = dS|u_p(r)|^2/d\Omega = |a_p|^2$ となる．一つだけ点光源を含む面積 σ^{-1} の微小平面を考え，点光源をこの面積に等しい有限の大きさを持つ放射源とすると，放射輝度 L_p は次式で表される．

$$L_p = \frac{I_p}{\sigma^{-1}\cos\theta} = \frac{\sigma|a_p|^2}{\cos\theta}. \tag{2}$$

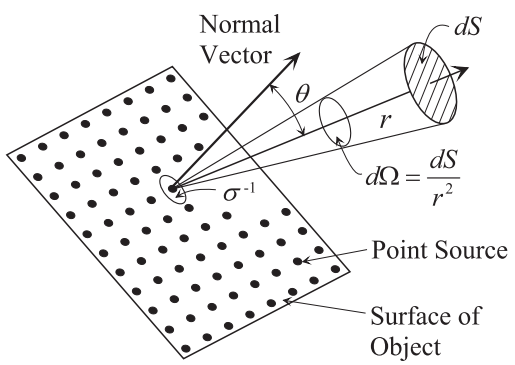

図 1 点光源充填面の測光モデル

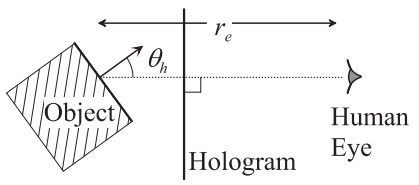

図 2 ホログラムの観察距離

3 拡散面のレンダリング

式 (2) から，面の明るさを支配するパラメータは，点光源の振幅 a_p，面積密度 σ，法線に対する観測方向 θ の 3 点であることがわかる．拡散面ではその明るさは観測方向によらず一定でなければならないが，点光源充填面の明るさは θ に依存し，$\theta = \pm\pi/2$ で無限大となるため，まずこれを補償する必要がある．レンダリングを行う平面がホログラムから十分に離れおり，かつ小面積の場合には，図 2 のθ_hに対して$\theta \sim \theta_h$とみなせるため，$\sigma|a_p|^2 \propto \cos\theta_h$ となれば良いことがわかる．

一方，面積密度σは計算時間の観点から小さいほうが望ましい．σの最小値は，ホログラム再生時の観測者と物体の距離 r_eおよび角度θ_hから，$\sigma_{min} \sim \cos\theta_h/r_e^2$ である [1]．従って，$\sigma \propto \cos\theta_h/r_e^2$とすることが計算時間削減の点でも，明るさ補償の点でも最も有利であることがわかる．

以上をまとめると，次のような手順で各パラメータを設定することにより拡散面のレンダリングを行うことができる．

I. 照明光源の明るさ・位置を設定し，通常の CG レンダリングアルゴリズムを用いて面の明るさ L を求める．
II. 点光源の振幅を $a_p \propto r_e\sqrt{L}$ とする.
III. 点光源の面積密度を $\sigma \propto \cos\theta_h/r_e^2$ とする．

4 まとめ

点光源を敷き詰めて形成した平面において，再生時に拡散面として正しい明るさを得るための点光源密度とその振幅を決定する方法を提案した．この方法によってレンダリングされる拡散面は視覚的に正しい立体感を与えるものと考える．

参考文献

[1] 松島, 有安：“ポリゴンモデル 3 次元物体の計算機合成ホログラムに関する検討”, 第 3 回 HODIC 講演会論文集, p. 29 (1996).

†E-mail: matsu@laser.ee.kansai-u.ac.jp