

1P-4

曲面のスムーズネステストのための
平行円柱光源のシェーディング

西田友是 田北晋一 中前栄八郎
福山大学 香川大学 広島大学

1. はじめに 自動車、家電製品はじめ、多くの工業デザインにおいて曲面のクオリティ評価は極めて重要である。曲面形状をフォトリアリスティックな画像により確かめることができれば、デザイナーの感性を有効に活用できる。本稿では、円柱光源群の写り込みを利用して曲面を評価する方法を提案する。この場合、表示曲面は近似曲面ではなく正確に表示できること(これにより写り込みの精度が向上)、影を伴ったリアルな画像が得られることが必須である。本論文では、これらの条件を満たすシェーディングモデルを提案する。また、オフィス、教室、工場等では円柱状の蛍光灯が多く使われている。提案法はこのような環境下の照明シミュレーションにも適用可能である。提案法の特徴は曲面を多角形近似しないで隠面消去や影の計算を行い、精度の良い表示が可能なことである。

2. 輝度計算 完全拡散円柱光源の場合、計算点から見た輪郭は幅が一定の長方形の光源とみなせ、輝度は境界積分により計算できる。すなわち、直径 d の円柱の輪郭は、円柱の中心線を通る幅 d の長方形を計算点の方向を向くように回転することにより得られる。平行に配置された複数の長方形光源を囲む長方形を C 面と呼ぶことにする。一つの光源を図1に示す長方形 $Q_1Q_2Q_3Q_4$ とし、各頂点と計算点 P との距離を各々 r_1, r_2, r_3, r_4 とする。距離に比べ幅 d は十分小さいから、 $\angle Q_1PQ_2 = \angle Q_3PQ_4 = \beta_1$ 、 $\angle Q_2PQ_3 = \beta_2 = d/r_1$ 、 $\angle Q_1PQ_4 = \beta_4 = d/r_2$ とみなせ、この光源に境界積分をほどこすと輝度 I は式(1)で表される。

$$I = I_0/2 \{ \beta_1 (\cos \delta_1 - \cos \delta_3) + \beta_2 \cos \delta_2 + \beta_4 \cos \delta_4 \} \quad (1)$$

ここで δ_i ($i=1, 2, 3, 4$) は、 P と各頂点でつくる面の法線と P を含む面の法線のなす角で

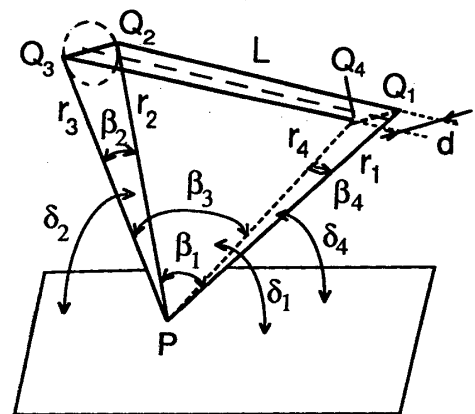


図1 長方形光源による輝度

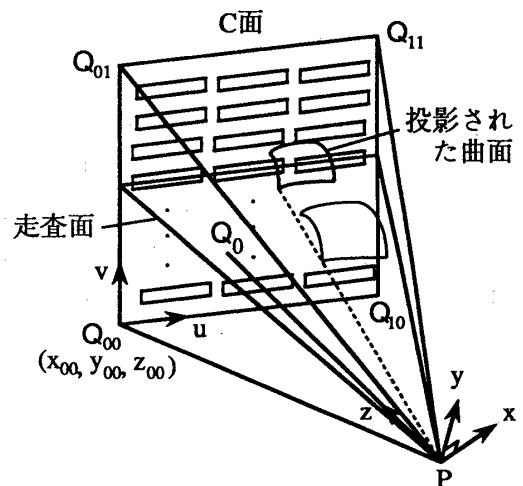


図2 計算点から見た影の可視区間の抽出

"A Shading Model of Parallel Cylindrical Light Source for Evaluating Quality of Curved Surfaces" by Tomoyuki NISHITA¹, Shinichi TAKITA² and Eihachiro NAKAMAE³, 1:Fukuyama University, 2:Kagawa University, 3:Hiroshim University

ある。C面が点Pを含む平面より下であれば輝度は0である。C面の一部が接平面より下なら、その区間にある光源をクリップする。

3. 影の計算 光源と計算点との間に遮蔽物があるときは、計算点からみた光源の可視領域を求める必要がある。円柱光源の幅は計算点迄の長さに比べ十分小さいので、可視区間の計算では線光源として処理する。光源の可視区間が求まると、各々の可視区間に式(1)を適用し、その和を求めれば一つの光源による輝度が求まる。これを全ての光源について求め、総和をとればトータルの輝度が求まる。本論文では曲面を扱うので光源の可視区間を求めるのは容易ではない。そこで、各線光源の影の処理の前に、計算点PとC面よりなるピラミッドを用いて影を落とす可能性のある曲面を予め求める(図2参照)。図2のように点Pを視点、C面をスクリーンと考えると、線光源はC面の辺に平行に配置されているから、線光源はスクリーン上の走査線とみなせ、スキャンライン法による隠面消去法[1]が適用できる。

4. 鏡面反射の計算 円柱光源は面積をもつため、鏡面反射面に光源の形状が写り込む。この処理には、既に開発しているレイトレーシング法[2]を利用すると、次のように簡単化できる。各光源をC面のテクスチャと考えると、レイと一つ一つの光源との交差判定の必要はなく、C面のみとの交点を求めればよい。光源の位置がC面上の $u-v$ パラメータ空間で定義されていると、交点の (u, v) の値により、容易に交点が光源の領域内にあるかを判定できる。輝度の鏡面反射成分は、鏡面反射ベクトルの方向を中心とした分布関数の範囲から入射する光を分布関数で重み付けし、積分することにより得られる。本稿では、分布関数を包含する円錐を考え、これとC面との交差領域のみについて積分を行う。曲面のスムーズさを評価するためには、目的の曲面に光源を写り込ませる必要がある。視点と視野が与えられた場合、視野中のすべての可視面に対する鏡面反射方向は、かなり広い空間をカバーするから、光源の位置を予測することはかなり困難である。このため、C面を設定したい大きな面を考え、最初に表示した際に、その平面と反射光のレイが交差した点を登録しておき、交点の頻度の大きい領域にC面を設定する方法とした。

5. おわりに 図3に工業製品の例として、12本の円柱光源で照射された車(185パッチ)を示す。半影中に平行なバンドがみられるのは、光源が平行に配置されているために生じたもので、実際の現象とよく一致している。従来の平行光線や点光源ではハイライトにより曲面をある程度は評価できるが十分でない。この例のように、光源の写り込みにより曲面がスムーズでない箇所を検出できる。

[参考文献] 1) Nishita, T., Knaneda, K., Nakamae, E., "A High quality rendering by using Robust scan Line Algorithm," CG International'90 (1990)pp.493-506.

2) Nishita, T., Sederberg, T., Kakimoto, M., "Ray Tracing Rational Trimmed

Surface Patches," Computer Graphics, Vol. 24, No. 4 (1990)pp.337-345.

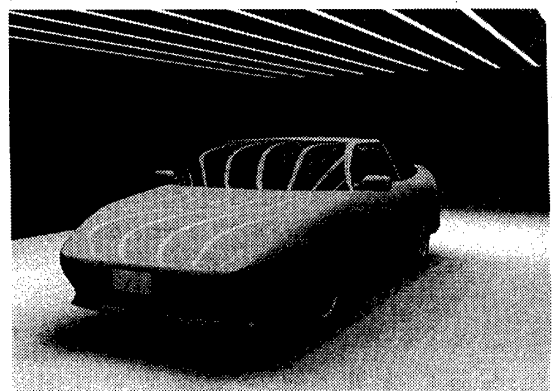


図3 適用例