

グレア推論モデルの実時間描画システム

3F-02

松田麻衣子 池戸恒雄

法政大学 情報科学部 デジタルメディア学科

はじめに

照明モデルは 1970 年以降推論法や物理モデルを基に研究されてきたが、定量的モデルを定める事が困難である等の理由から、グレア効果をポリゴンレンダリングの対象体として取り上げた研究は少ない。しかし、推論法を用いた実時間のグレア効果は、動的な変化を伴う映像を作る為の重要な役割を担うと考えられる。実時間と現実感を光反射モデルとともに得るためには、ハードウェアでグレア生成を行う必要がある。この論文は、推論法に基づき、様々な光源形状についてグレア効果としてブルーム・フレア及びハローを生成する、実時間レンダラの構造と評価を行うものである。

グレア推論式

グレア効果は入射光の屈折変動が眼球内で生じるために起こるものであり、3 つの成分で構成される。(1) 光源の周辺に広がる、霞んだ光であるブルーム (disability glare or veiling luminance)、(2) ハロー(虹色の環)、(3) 水晶体の放射線状に並んだ細胞質での回折によって生じるフレアライン、である。経験関数としてブルームは下記の式で表される。

$$i(\theta)_{bloom} = A/(\theta + \theta_0)^m \quad (1)$$

ここで θ は光源と視点ラインとのなす角であり、各定数は測定値と合うように決定される。指数 m は 1.5-3 の範囲に設定される。一方ハローは以下の式で与えられる。

$$i(\theta)_{halo} = A \exp[-(\theta - \theta_1)^2 / \alpha^2] \quad (2)$$

ここで A は環境光より 10 倍以上大きな値であるとし、 $\theta_1 = 2.95$ 、 $\alpha = 0.225$ (at 568nm) が設定される。ハローの幅は 0.35° 、また半径は 3° と測定されている[1]。この結果波長依存を考えると θ_1 は $3.0 \lambda / 568$ で与えられる。波長は式(2)に作用し式(1)にはあまり作用しない。また、グレアは、視点への入射光の環境光とのコントラストが 40 を超えた場合に現れる。

ブルーム

ブルームは主に 2 つの要素に分けられる。一方は光源の外周からの角度に対応して急激に光度が減衰するもの、もう一方は式(1)のように光度が指数関数的に減衰するものである。このため我々は新たに下記の式でブルームを表す。

Light-source (Circle):

$$is(\theta) = \begin{cases} A & 0 \leq \theta \leq \theta_0 \\ A \cdot \exp[-(\theta - \theta_0)^n] + B/(\theta + \theta_1)^m & \theta_0 \leq \theta \end{cases} \quad (3)$$

Light-source (Cylindrical or Elliptic):

$$ic(\theta) = \begin{cases} A & 0 \leq \theta \leq \theta_0 \\ A \cdot \exp[-\{\theta(a, b, N, D) - \theta_0(a, b, N, D)\}^n] + B/[\theta(a, b, N, D) + \theta_1]^m & \theta_0 \leq \theta \end{cases} \quad (4)$$

ここで θ は光源と視線のなす角度。 θ_0 と θ_1 はそれぞれ光源中心と光源外郭のなす角度及び経験値である。 A は角膜に入る光度であり年齢・霧の影響を受け、 B は光度・環境光・年齢・霧等の要因から決定される。

フレアラインとハロー

フレアラインの数・長さ・光度は、光源の強さ・形状等の影響を受け、目の構造(回折率)や眼鏡(屈折率)による個人差もある。光源の形はハローにも影響を与える。我々はフレアとハローに関し下記の式を定義する。

$$i(\theta) = R() + C \cdot \exp[-(\theta - \theta_0 \cdot \lambda / 568)^2 / \alpha^2] \quad (5)$$

上の式で R()は光度・長さ・分布角度を定義するフレアライン関数であり、光源の向き・光度・環境光・年齢等のパラメータにより決定される。2項目は波長λを加えた式(2)のハロー光度を示している。赤・緑・青の成分別に設定されるCは、光度・大気密度に比例し、光源面積や環境光には反比例する。

ハードウェア実装

アライアスを無くした効果的なぼかしは、式(3)(4)(5)を直接用いて特定の領域を内挿することで得られる。内挿領域は光源あるいはフレアラインを含む四角形で定義される。式(3)(4)(5)から得られる関数はRAMテーブル、乗算器及び加算器を用いて実装される。この結果グレア効果を、決定要因に対して任意の値をロードすることで制御する。図1にグレア効果レンダラのブロック図を示す。

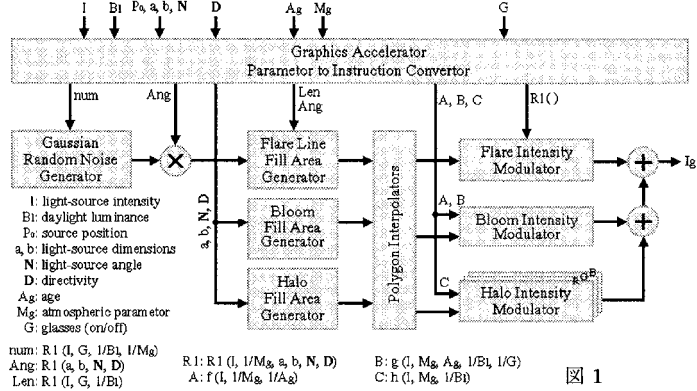


図 1

Example

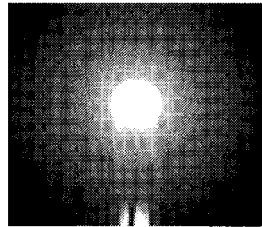
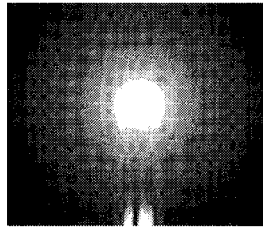
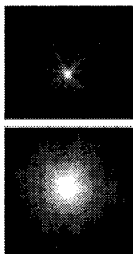
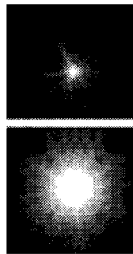


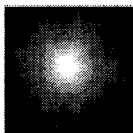
図 2. (左) 元画像(街灯) (中) グレアを加えたもの (右) 左図にさらにハローを加えたもの



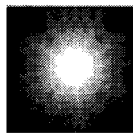
(a)



(b)



(c)



(d)

図 3 フレアライン

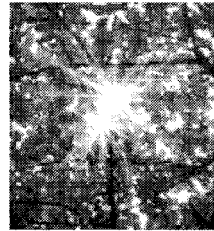


図 4 木洩れ陽

Conclusion

グレア効果は夜景だけでなく、陽光や鏡面反射、コントラストの高い照明など昼間の景色でも効果的である。グレアの定量化は困難だが、決定要素とその特性を確認することはできる。この論文で我々は、過去の研究者達のモデルを基に、推論及び経験的なアプローチ(コンピュータモデルと実写とを比較しパラメータの値を決定)による新しいフレアラインモデルを提案した。今後は決定要素と表現効果の関係をモデル化する必要がある。

参考文献

[1] G. Spencer, and P. Shirley, "Physically-based glare effects for digital images". SIGGRAPH '95: 325-334
 [2] F. A. Bettelheim "Light scattering of normal human lens," Biophysical Journal 26. 3., pp. 85-99, 1979.
 [3] J. Walraven, "Spatial characteristics of chromatic induction: the segregation of lateral effects from straylight artifacts," Vision Res. 13, pp. 1739 - 1753, 1973.
 [4] J. J. Vos, "Disability glare - a state of the art report," C I E, Journal 3. 2., pp. 39 - 53, 1984