

多波長・多方向光源下の画像を用いた写実的画像生成

小屋松 孝治[†] 岡部 孝弘[†]
[†]九州工業大学情報工学部知能情報工学科

1. はじめに

任意照明環境における画像を生成する照明シミュレーションには、CG への入力である被写体の幾何学的・光学的モデルを獲得する Image-Based Modeling (IBM) と、様々な方向・色の光源下で撮影した実画像を組み合わせる Image-Based Rendering (IBR) の 2 つのアプローチがある。後者は、多数の画像を必要とするものの、3 次元モデルを介さずに画像から画像を生成するために、より写実的な画像を得ることができる。

Debevec らの従来研究[1]では、3 色の光源を 156 方向に配置した光源装置を用い、実シーンの全方位光源分布に基づいて光源装置の各光源の強度を調整することで、IBR を実現している。しかしながら、全方位光源分布も光源装置の光源色も RGB の 3 バンドで波長分解能が低いため、色の再現性に限界がある。

そこで本研究では、全方位光源分布も光源装置の光源色も 4 バンド以上のマルチバンドに拡張することで、照明シミュレーションにおける色再現性の向上を目指す。具体的には、ランバートモデルで記述される拡散反射物体を被写体として、IBR の枠組みで写実的な画像を生成するシミュレーション実験を行い、必要な光源色の数と光源方向の数を明らかにする。

2. 提案手法

C 色の光源を D 方向に配置した多波長・多方向光源装置を仮定する。このとき、光源装置の d 番目 ($d = 1, 2, 3, \dots, D$) の方向の c 番目 ($c = 1, 2, 3, \dots, C$) の色の光源のみを点灯して撮影した被写体の画像を、基底画像 $I_{c,d}$ とする。提案手法では、任意照明環境における被写体の画像 I を、基底画像の線形結合

$$I = \sum_{c,d} \alpha_{c,d} I_{c,d}$$

で表現する。ここで $\alpha_{c,d}$ は結合係数であり、全方位スペクトル光源分布[2]に基づいて計算する(図 1)。

具体的には、まず、ある方向から被写体に入射する光の分光強度(波長ごとの光の強さ) $l(\lambda)$ を、色の異なる C 個の光源の分光強度 $l_c(\lambda)$ の線形結合

$$l(\lambda) = \sum_c \beta_c l_c(\lambda)$$

で表現する。ここで結合係数 β_c は、最小二乗法を用いて求める。次に、従来手法[1]と同様にして、光源装置の D 個の光源方向から、入射光の方向に近い 3 つを求める。最後に、重心座標に基づく 3 つの光源方向の重みと結合係数 β_c との積を計算して、基底画像の結合係数 $\alpha_{c,d}$ とする。

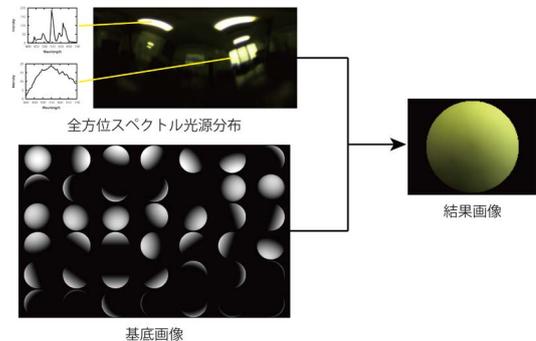


図 1: IBR による照明シミュレーション

3. 実験

光源色の数 C と光源方向の数 D を変えたときの照明シミュレーションの精度を評価することで、拡散反射物体の写実的な画像を生成するのに必要な光源数を調べた。光源色については、 $C = 4, 9, 16$ とし、狭帯域のガウス分布に従う分光強度を仮定した。光源方向については、正 20 面体およびその分割により得られる頂点を用いて、 $D = 12, 42, 92, 162$ とした。また、IBR による生成画像と真値画像の $L^*a^*b^*$ 色空間における色差により精度を評価した。

表 1: 光源色の数と光源方向の数を変えたときの色差

色 \ 方向	12	42	92	162
4	7.94	8.03	8.15	8.19
9	2.82	2.90	3.03	3.10
16	2.57	2.51	2.72	2.80

表 1 に色差の結果を示す。光源色を 4 色から 9 色に増やすことで精度が大幅に向上することが分かる。一方、光源方向を 12 方向から増やしてもあまり効果がないことが分かる。これは、拡散反射が鈍い反射であることに起因していると考えられる。上記の結果から、拡散反射物体の写実的な画像生成のためには、9 色 \times 12 方向の光源が必要であるとされる。

4. むすび

本研究では、多波長・多方向光源下の画像を用いた照明シミュレーションに取り組んだ。シミュレーション実験を行い、拡散反射物体の写実的な画像を生成するのに必要な光源色の数と光源方向の数を明らかにした。鏡面反射物体や蛍光物体への拡張は今後の課題である。

参考文献

- [1] P. Debevec, A. Wenger, C. Tchou, A. Gardner, J. Waese, and T. Hawkins, A lighting reproduction approach to live-action compositing, SIGGRAPH2002, pp.547-556, 2002.
- [2] M. Miura, T. Okabe, and I. Sato, Is spectral lighting environment necessary for photorealistic rendering?, VRCAI2015, 2015.