

近接光源を含むシーンのイメージベースドライティング

古矢志帆（指導教官：伊藤貴之）

1. 概要

コンピュータグラフィックス(CG)で写実的な画像を得るために、モデリングされた物体と実写画像の合成に基づく技術が多く研究されている。イメージベースドライティング(IBL)はその技術の一種であり、違和感のない照明設定を実写画像から得ることで自然な陰影表現を手軽に実現する。IBLでは、仮想物体を配置する位置から見た前方の風景を撮影し、その撮影画像を環境光として用いる。IBLは画像をそのまま光源として使うため、光源を細かく設定する必要がない。よってレンダリング技術やライティング技術を専門としない人にも、自然なライティング効果が適用された画像が作成可能となる。

ところが、IBLを用いる従来の手法では、光源が無限遠方にあると仮定している。しかし、現実世界の光源環境は、遠方光源だけでは表現しきれないため、これはIBLにおける問題点といえる。合成による写実的な画像を得るためには、より忠実に光源環境を再現することが求められる。

本報告では、従来のIBLでは考慮されていなかった近接光源を含むシーンへの、仮想物体合成の一手法を提案する。ここで扱う近接光源とは、合成画像に写っていて、なおかつ仮想物体の近くにある光源のことを指す。本手法では部屋の天井にある蛍光灯などの光源環境の撮影画像とは別に、近接光源の光情報を用意する。このような近接光源を考慮することで、近接光源の照明効果を際立たせるようなシーンが作成可能となる、合成画像の表現の幅が広がる、などのメリットがあると考えられる。特にインテリアシミュレーションや、広告印刷物に用いられる屋内のシーンに物体を合成するような場合に有用であると考えている。

2. 関連研究

佐藤ら[1]は、仮想物体を配置する位置から魚眼レンズで全方位実光源環境を計測し、それを基に合成する仮想物体の照度や陰影を計算している。ここで計測された実光源環境は、画像の輝度が高い部分を頂点とした三角形の集合で三次元に復元される。屋内屋外問わず、光源環境を再現することが可能である。しかし、この研究では光源は遠方にあると仮定されているので、近接光源は扱われていない。Debevec[2]は、IBLを用いて画像を合成する手法を提案している。しかし仮想物体を合成する位置は、光源を含まない位置に限定されており、近接光源に対応していない。

近接光源下の画像の解析の手法において、岡部ら[3]の研究がある。この研究では、解析技術の応用例として、近接光源下における画像合成について提案している。ただし、様々な照明条件下の画像を、あらかじめ計算しておいた基底画像が数枚必要である。

3. 提案内容

3.1 光源環境の再現

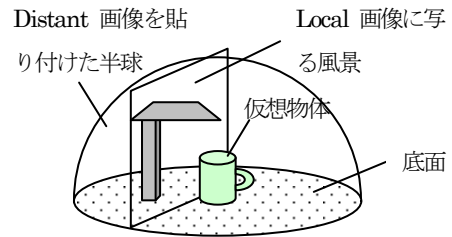


図1：2枚のHDR画像から光源環境を再現する



図2: Local画像

図1に、本手法において光源環境を再現するために仮想する三次元空間の概要を示す。本手法では、近接光源を含むシーンの画像(図2, 以下 Local 画像)と、環境光の表現に用いる画像(図3(左), 以下 Distant 画像)と、モデリングされた仮想物体の三次元形状データを必要とする。Local 画像は合成の背景画像として用いるもので、近接光源が含まれている画像を利用する。Distant 画像は、クロムボール(鏡面球)に写り込んだ風景の撮影画像を用いる。

Local 画像と Distant 画像は、ハイダイナミックレンジ(HDR)形式の画像を用いる。HDR形式は、RGB値が8bitよりも大きな階調を持つ画像形式である。HDR形式の画像では、RGB値の階調が従来の画像形式よりも大きい為、従来の画像では記録しきれなかった輝度差を記録することが可能である。我々は、露光を変えて撮影した画像を三枚以上用意し、市販のソフトウェアを用いて三枚の画像の輝度分布を統合することで、HDR画像を作成している。

3.2 光エネルギーの算出

図3に示すように、本手法ではDistant画像を、仮想物体や実物体を覆うような、三角形メッシュに分割された半球に射影することで、遠方光源の再現に使用する。このとき、Local画像の各画素について、それぞれどの三角形に内包されるかを判定し、その画素のRGB値を三角形の光エネルギー E_1 に加算する。この処理

によって本手法は、半球を構成する三角形の初期光エネルギーを決定する。さらに Local 画像からは、近接光源の光情報を得る。



図3: Distant画像(左)を半球(右)に射影する

また本手法では半球だけでなく、仮想物体や近接光源の三次元形状も、三角形ポリゴンとして設計する。本手法では現在、近接光源をスタンドライトのような形状の光源に限定し、笠の形状を三次元化して一部の方向に対して光を遮蔽することで、光の照射方向を絞る。近接光源の形状の三次元化は、一方向から撮影された画像からだけでは困難なので、ユーザが入力した形状をもとにして行う。そして遠方光源と同様に、仮想物体や近接光源の形状も三角形メッシュに分割する。また本手法では、Local 画像に写る光源の RGB 値を、光を照射している部分の三角形の光エネルギー E_1 に加算する。

以上の処理によって、半球および近接光源を表現する三角形に光エネルギー E_1 を与えた後、これを基にして光エネルギーの定常状態における各三角形の値 E_2 を算出する。我々は本手法において、各三角形の光エネルギー算出にラジオシティ法を用いている。本手法では光エネルギーの算出を、仮想物体を配置した状態、配置していない状態、の合計二回行う。その結果を図4に示す。



図4: 仮想物体を配置した場合(左)と仮想物体を配置していない場合(右)の輝度分布図

3.3 実画像と仮想物体の合成

3.2 で算出した、各三角形の光エネルギーを基に、合成画像上の各画素の RGB 値を求める。本手法では、実物体の手前に仮想物体が存在すると仮定し、仮想物体の一部が実物体に遮られることがないとする。



図5: 仮想物体部分あるいは実写画像部分かを判定

Local 画像のうち仮想物体に遮られていない画素の RGB 値(図5(右)の黒部分)は、仮想物体を配置する前後の光エネルギーの比(図4(右)の RGB 値に対する図4(左)の RGB 値の比として算出)を、仮想物体配置前の Local 画像(図2)の RGB 値に乘じることで算出する。

仮想物体が投影された画素の RGB 値(図5(右)の白部分)は、BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function) と呼ばれる反射モデルを用いて算出する。

4. 実行結果



図6: 実行結果

以上の提案手法を用いて、生成した結果の合成画像が、図6である。近接光源であるスタンドライトの光線の影響をうけて、仮想物体であるマグカップ付近に影ができてるのがわかる。図6より、提案手法を用いることで、近接光源を含むシーンにも IBL を適用することが可能であることが示せた。

5. まとめと今後の課題

本報告では、近接光源を含むシーンに IBL を適用し、モデリングした仮想物体を実写画像に合成する一手法を提案した。

今後の課題として、以下の点が挙げられる。

- 仮想物体の位置が限定されているので、これを緩和したい。
- 近接光源の種類が、スタンドライトに限定されているので、もっと多様な近接光源に対応したい。
- Local 画像の三次元化処理を半自動化したい。

参考文献

- [1] 佐藤いまり, 佐藤洋一, 池内克文, “全方位ステレオによる実光源環境の計測とそれに基づく仮想物体の実画像への重ね込み”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J81-D-II, No. 5, pp. 861-871, 1998.
- [2] Paul Debevec, “Rendering Synthetic Objects into Real Scenes: Bridging Traditional and Image-based Graphics with Global Illumination and High Dynamic Range Photography”, SIGGRAPH '98, pp. 189-198, 1998.
- [3] 岡部孝弘, 佐藤洋一, “近接光源下における物体の見えの近似のための画像分割とその効果”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2005) 論文集, pp. 80-87, 2005.