

HDR による実時間イメージベースドライティング

情報システム工学研究室

シス 05-98 森 弘樹

1 はじめに

実際の映像にコンピューターで作られた CG 合成して表示する技術として、拡張現実感 (Augmented Reality: AR) という技術が注目されている。しかし、実際の映像にうまく調和させ整合性のとれた仮想物体の合成像を生成することは容易ではない。特に、実際の映像を撮ったその場で合成像を確認しながら、視覚的に景観シミュレーションを行う場合には、リアルタイムで処理を行うことが望ましい。リアルタイムの実映像に調和する仮想物体を合成するためには、その場の光学的な状況を適切に取得することが必要になる。そのためには一般にレイトレーシング法 (光源探索法) が使用される。しかし、レイトレーシング法は一つ一つの光線をすべて追跡していくため、計算量が膨大になってしまう。そのため、リアルタイムでの描画には適していない。そこで、ポリゴンベースのレンダリングを用いて MR 像の生成を行う方法が考えられるが、写実的に仮想物体を作成することが難しい。そこで本研究ではポリゴンベースのレンダリングを写実的に近づけるために、光学的な状況を適切に取得するため、通常の画像よりもダイナミックレンジの広い HDR 動画を生成し、テクスチャマッピングにより映り込みを表現し、HDR 画像から主要な色情報を抽出して、拡散・鏡面反射による物体色の表現を同時に行う。

2 HDR によるイメージベースドライティング

2.1 HDR (high Dynamic range) 画像

カメラはダイナミックレンジの制限より黒つぶれ・白とびが生じることがある。正しい光源情報を得るためにはできるだけ現実に近い見えを再現する画像を取得する必要がある。そこで露光を変えた 2 枚の画像を合成し、1 枚のレンジの広い HDR 画像を作成する。合成には式 1 を使用する。[1]

$$HI(x, y) = \begin{cases} \frac{L_{2MAX}}{L_{1MAX}} I_2 & \text{if } I_2(x, y) < \tau_h \\ I_1(x, y) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

ここでの HI は HDR 画像、 I_1 は露光時間が短い画像、 I_2 は露光時間が長い画像、 L_{2MAX} 、 L_{1MAX} は I_1 、 I_2 の最大輝度値、 τ_h は I_2 を用いる領域の閾値を示す。

2.2 スフィアマッピング

一般に映り込みを実現するには、物体表面上の一点に向かう視線ベクトル u と、その点における法線ベクトル n から反射ベクトル f を求め、その先にある別の物体表面の色をサンプリングして、この物体表面上の色と合成するしかし、環境マッピングでは、この反射方向の物体の代わりにテクスチャを用いて、反射ベクトル $f = (f_x, f_y, f_z)$ からテクスチャ座標 (s, t) を生成して、テクスチャのサンプリングを行う。

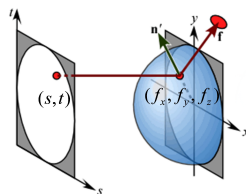


図 1: シェーディングモデル

2.3 物体の陰影付け

3 次元の CG では、視点から見える物体の表面の 1 点の色を計算することによって、各点の総和として物体の陰影付け (シェーディング) して表示する。図 2 に拡散反射光と鏡面反射光と環境光を考慮したシェーディングモデルを示す。光が無遠点にあると考慮すると、光の強さ I を表す式は式 2 と表せる。[2]

$$I = (\text{拡散反射光}) + (\text{鏡面反射光}) + (\text{環境光}) \\ = I_s K_d L \cdot N + I_s K_s (R \cdot V)^\alpha + I_a K_a \quad (2)$$

ここで、 K_d 、 K_s 、 K_a は拡散反射、鏡面反射、環境反射係数、 I_s 、 I_a は入射光、環境光の強さ、 R は鏡面反射光の単位ベクトル、 V は頂点からカメラへの視線方向へのベクトル、 L は点光源へ向かうベクトルとする。

3 実装・評価

実験環境は PC: Windows XP Professional version 2002 SP3, Intel(R)Core(TM) 2 Duo CPU E8400 3.00GHz, 3.00GB RAM. IEEE-1394 カメラ: Dragonfly Express. プログラム開発環境: Microsoft Visual Studio 2005 を用いて行った。480 × 480 ピクセルの光源用の HDR 動画を作成し、それを光源情報に AR Tool kit を用いて、AR アプリケーションの実装を行った。

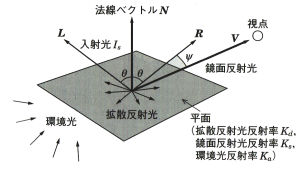


図 2: シェーディングモデル



図 3: HDR を用いた光源画像



図 4: 自動露出を用いた光源画像

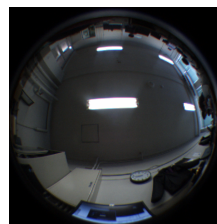


図 5: HDR を用いたライティング



図 6: 自動露出を用いたライティング

4 おわりに

ここにおわりにの内容を入れる

参考文献

- [1] 平井啓太, 中口俊哉, 津村徳道, 三宅洋一: 「視覚モデルに基づいたこうダイナミックレンジ画像の見え再現」
- [2] 魏大名, 先田和弘, Roman Durikovic, 向井信彦, Carl Vilbrandt: 「コンピューターグラフィックス」, オーム社, 2004