

輝度分布に適応した多面体分割を用いた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 04-94 山崎 真司

1. はじめに

実環境の映像に、計算機で生成されたCGや文字等の仮想物体を重畳して提示する、拡張現実感(Augmented Reality, AR)という技術が注目されている。産業ロボットの操作支援やwebカメラとマーカーを用いたインタラクティブコンテンツの制作、TVの天気予報等幅広く利用されている。特にARToolKitに代表されるようにマーカーを利用すれば容易に現実環境にCGを合成できるため、最近では研究や個人制作でも盛んに用いられている [1]。

しかし実環境こうまく調和させて仮想物体像を合成することは容易ではなく、しかもARはリアルタイム処理が求められる用途も多い。そこで本研究では、光学的な条件を調和させるためのアプローチとして、実環境の周りの画像から半球上にマッピングされた光源情報を作成するイメージベースドライティング(IBL)の手法を用いて仮想物体をレンダリングする[2]。その際、測地系ドームを用いた多面体で半球を近似し、多面体の分割数を調整することで光源数を減らし処理の低減を図る。輝度分布が明るい面の分割数を局所的に増やすことでライティングの精度を上げ、分割面の情報を階層的に扱うことによって分割数を調整する機構を実装した。本研究では、実際の分割数とライティングの結果を比較することで、その有用性を確認した。

2. 多面体分割による球の分割とレンダリング

2.1 処理の流れ

本研究では半球上の光源マップを多面体分割し、その各面を光源として扱う。そのため、図1(a)のような周りの光源を記録した全周囲画像から、多面体分割を用いて図1(c)のような光源マップを作成した。以下に多面体への分割の方法を示す。

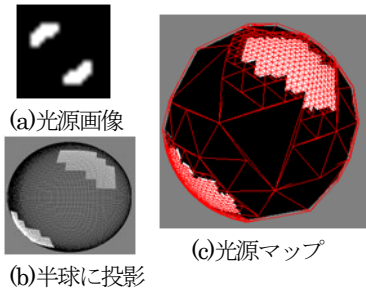


図1 光源マップの作成

2.2 測地系ドームを用いた多面体への分割

測地線ドームは、丸屋根などの構造建築に用いられるもので、一般に球面に内接する三角形の面で構成された多面体構造を指す。今回は次の手順で多面体に分割した。まず、球を正20面体で近似する。次に、それぞれの面の辺を等分した点を通り各辺に平行な直線で4つの正三角形に分割する(図2(a))。最後に、正三角形の頂点を球の中心から球面上に投影し、投影された頂点をつなぎ合わせ新たな三角形を形成する(図2(b))。これにより1つの面を4つに分割することができる。

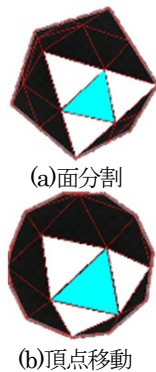


図2 面分割

面の分割に関しては、輝度値が高い光源を含む面ほど多く分割する。これは輝度が高い光源ほど、仮想物体のレンダリング結果に大きく影響を与えるため、その位置を正確に表現する必要があるからである。

2.3 仮想物体へのレンダリング

2.2 で作成された多面体を光源マップとして用いて仮想物体にレンダリングを行う。次式を使い、直接光源から届く光のみを計算するローカルイルミネーションによって、すべての光源からの光に対する拡散反射、鏡面反射をそれぞれ計算し、その和を頂点の色とする。

$$I = (\text{拡散反射光}) + (\text{鏡面反射光}) \\ = K_d \sum_m I_d(NL_m) + K_s \sum_m I_s \left[ N \frac{V + L_m}{|V + L_m|} \right]^\mu$$

ここでIは頂点の色、Kは反射係数、Nは法線ベクトル、Vは頂点からカメラへの視線方向のベクトル、μは鏡面の粗さ係数、分割面mを光源とする光の強さをL<sub>m</sub>とし、光源数はMである。添え字のs, dはそれぞれ鏡面反射、拡散反射の成分であることを表す。

3. 実装・評価

今回は 200×200 ピクセルの光源用画像を用い、1万点の頂点情報を持つ仮想物体(図3)に描画を行った。分割数と処理結果、および処理速度の関係を表1に示す。表1の結果から、今回の例では階層数が3以降になると、それ以上分割数を増やしてもライティングの結果にほとんど影響が無いことも確認され、対象のCGにおいて適切な分割数を設定できることが分かった。

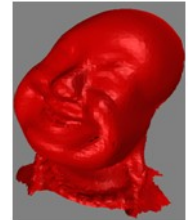


図3 CGモデル

4. おわりに

本研究では与えられたCGモデルと光源分布画像において、光源分布を多面体分割しその分割数を変えることで、効果的な光源情報をサンプルする方法を示した。今後は、処理の最適化による速度の向上や、実環境映像との合成実験により応用事例の可能性を示す予定である。

表1 光源マップと出力結果の比較(頭部の拡大)

階層数	1	2	3	5
分割数	30	68	152	1064
Sec/frame	8.3	14.6	26.2	175.0
光源マップ				
処理結果				

参考文献

- (1) 加藤博一, MarkBillingham, ”マーカー追跡に基づく拡張現実時間システムとそのキャリブレーション”, 日本VR学会論文誌, Vol. 4, No. 4, 1999.
- (2) 倉地紀子, CG Magic, オーム社, (2007)