

レンダリングの最新技術

谷口 武, 谷口 総一郎

Takeshi TANIGUCHI, Soichiro TANIGUCHI

1 はじめに

今日、様々な分野でコンピュータグラフィックス (CG) が利用され、我々の日常生活で広く普及している。CG とは、コンピュータを用いて作成される画像であり、ゲームや映画といったエンターテインメントを筆頭に、設計やシミュレーションの分野などにも利用される。

このような CG 作成の工程において、レンダリング (rendering) という技術が必要となる。本報告では、CG のおけるレンダリングの概要、最新技術、将来性について述べる。

2 レンダリング

2.1 レンダリングの概要

レンダリングとは、コンピュータ内のデータの集まりをコンピュータプログラムによって処理することで具体的な画素、音声信号の集合を作り出すことである。CG におけるレンダリングとは、コンピュータ内にモデリングされた複雑な 3 次元データを 2 次元画像に変換する技術である。モデリングとは、3 次元空間に物体の形状や色などを 3 次元データとして定義することである。画像生成の際に、光源の位置や方向、物体の色、光の反射などの情報を計算することで、物体の明るさを算出する。

2.2 レンダリングの手法

レンダリングには様々な手法が存在する。本報告では、人間が物を認識する構造を忠実に計算する、レイトレーシング法について説明する。Fig. 1 に、レイトレーシング法の原理を示す。

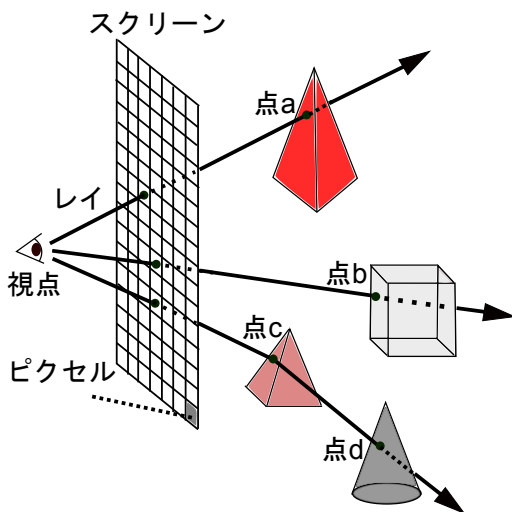


Fig.1 レイトレーシング法の原理

レイトレーシング法とは、視点から各スクリーン上に各ピクセルにレイを飛ばし、そのレイをトレースすることで各ピクセルの色を求める手法である。レイとは、光源から放出される光線である。また、ピクセルとは、コンピュータにおける色情報の最小単位である。レイトレーシング法の簡単な原理は、まず、視点から 1 つのピクセルを通るようにレイを飛ばす。そして、そのレイをトレースし、点 a や点 b のような、レイと物体が初めて交差する点を算出する。さらに、その点のデータや光源から、その点の明るさを算出する。最後に、算出した明るさが、スクリーン上のピクセルの色となる。しかし、特定の点を見るとき、その点の明るさは、光源からその物体表面に当たる光だけではなく、他の物体から反射してきた光にも影響を受ける。このような光を反射光と呼ぶ。反射光はあらゆる物体から発生するので、無数に近く存在する。そのため、反射光を全て計算せず、反射光を適当に選択し、反射光の算出に制限を与える必要がある。例えば、最初に交差した点からの何次までの反射光の算出するかを決める方法も有効である。

Fig. 1 では、視点から飛ばされて、スクリーンのピクセルを抜けたレイは、最初に点 c に当たる。しかし、点 c は様々な物体の反射光の影響も受けるので、周りの物体の反射光を算出する必要がある。この例では、点 c の色を求めるのに点 d の反射光までを計算する。しかし、この手法では、点 d だけではなく、同様に点 c へ向けて反射する、他の反射光の色を計算する必要がある。また、この同様の処理を、スクリーン上の全てのピクセルにおいて行う必要もある。¹⁾

以上で述べたように、レイトレーシング法は、光源からの光線の反射光だけではなく、周囲の反射光をも計算する。つまり、レイトレーシング法は、膨大な量の演算を行うレンダリングである。

2.3 CPU と GPU

レンダリングをする処理装置には、CPU (Central Processing Unit) と GPU (Graphics Processing Unit) が存在する。CPU は、プログラムによってコンピュータを動かす逐次処理が可能な装置である。一方、GPU は、多数の計算ユニットを持っており、並列計算可能な画像処理専用のハードウェアである。GPU は、並列性により、高速な FLOPs (Floating-point Operations Per Second) で処理することが可能である。FLOPs とは、コンピュータの処理速度をあらわす単位であり、1 秒間に演算ができる回数を示す。最新の GPU である Radeon HD 7990 は、7578.0GFLOPs で演算が可能である。これは、最新の CPU である Core i7 3960X の 158.4GFLOPs と比較

すると非常に高速である。²⁾

3 レンダリングの最新技術

レンダリングの最新技術は、医療分野において注目されている。最新のレンダリングでは、物体の表面だけではなく、内側までレンダリングする。つまり、医療分野において、人間の内側をCGで見る事が可能となる。この技術の応用例が、X線CT(Computed Tomography)を用いたレンダリングである。内側までをレンダリングする事で、人間の組織の位置関係が、様々な角度や視点で確認することができる。これは、診察や医療方針の検討に役立っている。

この内側までをレンダリングする技術は、ボリュームレンダリングという手法によって実現されている。ボリュームレンダリングとは、レイトレーシング法を発展させた手法である。内側もレンダリングするという違いもあるが、物体のみではなく空間までをレンダリングするのがボリュームレンダリングである。空間に存在する、空気、塵および水蒸気などについてもレンダリング結果に影響する。

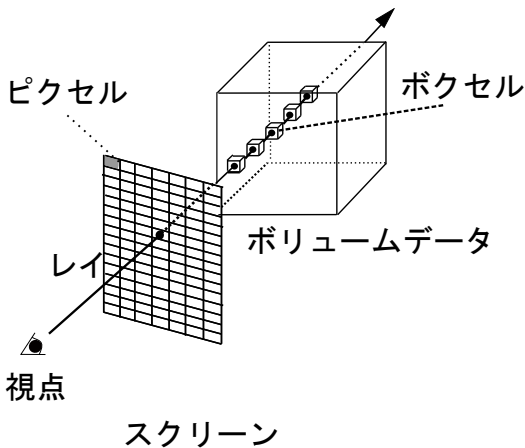


Fig.2 ボリュームレンダリングの原理

ボリュームレンダリングのアルゴリズムは、レイトレーシング法と同様にレイを利用する。Fig. 2に示すように、視点からボリュームデータ内のボクセル (voxel) にレイを飛ばし、そのレイをトレースすることで各ピクセルの色を求める。ボクセルとは、3次元のボリュームデータを構成する微小立方体である。また、ボリュームデータとは、物体だけではなく空間上に存在するものも合わせてモデリングしたデータである。まず、視点からレイを飛ばす前に、光源から各ボクセルに向けてレイを飛ばす。そして、それぞれのボクセルにおいて、光源からの輝度を算出する。これにより、空間や物体を通過した光の量の減衰を忠実に再現することが可能となる。次に、視点からピクセルに向けてレイを放射する。そして、任意の点から、一定の間隔でレイとボクセルの交点をサンプリングする。また、事前に算出した光源からの輝度と、各ボクセルに与えられている不透明度により、サンプリング毎の色を求める。このように求めた色は透明度のあ

る色である。そのため、同様にサンプリング毎に求めた色を、視点から重ね合わせることで、1つの色とすることができる。最後に、重ね合わせて求めた色をピクセルに描画する。この処理をすべてのピクセルで実行することで、CGを作成する。³⁾

このように、累積計算により、光の減衰や透明の物体を表現を忠実に再現できるが、ボリュームレンダリングは計算する情報量が多くなる。そのため、実用化されていなかったが、近年のコンピュータの計算速度の向上が、ボリュームレンダリングを実用化が可能となってきた。

4 将来性

現在、ボリュームレンダリングやレイトレーシング法は、計算量が膨大なため、リアルタイムにレンダリングすることはできない。リアルタイムとは、ユーザの操作に対して即座にCG作成が可能であることである。しかし、将来的に、これらの手法が、リアルタイムに画像生成することが可能となると考えられる。それは、2.3で述べた、GPUの並列処理による計算速度の速さを応用することで可能とする。実現すれば、レンダリング技術は医療の未来を切り拓くことになる。GPUを用いたレンダリングによって、人体内部の様子をリアルタイムに表示することが可能になる。その結果、この技術が術者の目となり、手術の際に、人体にとって低侵襲な切開で済む。これは、患者への肉体的な負担を減らすことができ、医療事故を防止したり、術後に必要な入院期間の短縮に期待できる。しかし、レンダリング技術以外にも課題はある。まず、人体に害のないようにリアルタイムでボリュームデータを得る方法が必要である。また、レンダリングした映像を3次元に見ることが可能なディスプレイも必要となる。その他にも、微小で正確な動きのできる術者の手と変わるデバイスが必要とされる。現在それぞれの開発が行われていて、レンダリングの技術を用いた低侵襲な手術が可能となるのも遠い将来ではない。⁴⁾

5 まとめ

CGのレンダリングとは、モデリングした3次元データに関わる、様々な影響を計算して2次元データに変換する技術である。ボリュームレンダリングやレイトレーシング法のような、写実的なCG作成には、大量のデータを計算する必要がある。そこで、GPUを用いて並列に計算し処理速度を高速化する手法が注目されている。レンダリングは、エンターテインメントだけではなく、医療分野にも応用され、将来性にも期待される技術である。

参考文献

- 1) M・オローク. 3次元コンピュータ・アニメーションの原理. 近代科学者, 1998.
- 2) レンダリングの実行速度.
<http://h2s.roheisen.net/blog/archives/1120.html>.
- 3) ボリュームレンダリングとレイトレーシング.
<http://kotozone.blog55.fc2.com/?no=66>.
- 4) 廖洪恩. 最先端の三次元映像処理技術で医療で未来を拓く. SCAT LINE, 2011.