

6AD-3

ポリゴンリダクションにおける 幾何判定に関する考察

村尾 高秋（日本アイ・ビー・エム）

1.はじめに

近年パソコンの高速化、3次元をサポートするグラフィックスカードの普及によってグラフィックスがPCで実現出来るようになってきた。また、ネットワーク上で3次元データをやりとりするVRMLの出現によってグラフィックスがより身近なものになろうとしている。

しかしながら、いかにグラフィックスのためのデータを供給するかについては問題が多い。本論文では既存のCADデータ、3次元スキャナ等から採取したデータからPC上で使うことが出来るデータを生成する手段であるポリゴンリダクションの手法、特にこれらの手法において使われている計量に着目し、それぞれの利点、問題点について比較検討した。

2.頂点削除のための計量

多くのポリゴンリダクションは元形状に何らかの条件を与え、その条件を満たすようにポリゴン数を削減して行く。すなわちポリゴンリダクションにおける問題は以下の2点の部分に帰結すると思われる。

1. 元形状に対してどのような条件を満たす形状を作るのか
2. 条件を満たす形状を生成するアプローチ
後者に関しては条件を満たす最適解を求めるか、任意の解を求めるかによって得られる結果が大きく異なる。

A comparison of Polygon Reduction algorithms

Takaaki Murao

Tokyo Research Laboratory, IBM Japan Ltd.

最適解を求めるには計算機パワーを必要とする。また、任意の解を求めるならより高品位のデータを得るために条件を工夫する必要が出てくる。多くのポリゴンリダクションアルゴリズムは大きく分類して以下のような種類の計量を行っている。

2.1.空間の計量

空間を分割し、空間に均等にあるいはいは何らかの重み付けに基づき分布するように頂点を削除する。球、座標軸に平行に定義された形状に対しては有効に働き、処理速度が速い。この計量のみでは複雑な形状の場合、曲率等を考慮しないと形状が大きく崩れる可能性がある。

2.2.距離の計量

面と頂点の距離による計量。元形状からの誤差を保証するアルゴリズムとそうでないものがある。

元形状からの距離の誤差を保証する手法は、さらに最適解を求める手法と、条件を満たす解の1つを求める手法がある。前者は満たすべき条件を表すエネルギー関数を評価しながら最適化を行うため、負荷が大きい。後者は満たすべき条件をみたす任意の解を求めれば良いので負荷は軽い。一般的には後者が主流である。後者の場合、ポリゴン数を少なくするためにはより許容誤差を大きく取る必要があるため、変形する可能性がある。

2.3.スケールの計量

距離に面積の尺度を追加した計量法。

2.4.曲率の計量

空間の計量や、距離の計量を使った手法において最適解を求めない手法において形状の特徴を失わないよう、補助的に使われる例が多い。曲率を計量する方法としては、稜線を挟む面の角度が良く使われる。ただし、この方法では鋭く尖った稜線が、大きな凹凸を構成する、部分の一部なのか、細かい凹凸の一部なのかといった判別は不可能である。

2.5.エンベロープの計量

曲率の計量に距離の尺度を追加した計量法。

3.その他の計量

上記以外にメッシュを構成する面の形状の最適化するため縦横比の計量。位相操作において面の向きの逆転、自己交差をさけるためのメッシュを構成する面の向きの管理などを一般に行う。

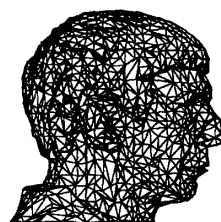
4.計量以外での問題点

ジオメトリとしては計量出来ないが、人間にとって意味のある形状がある。

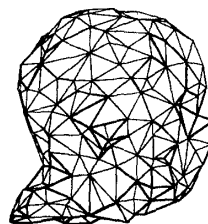
例えば円筒をポリゴンリダクションする場合、上面と底面を構成する頂点の配置が等しいことが望ましい。しかしながら、任意に定義された頂点から上面と底面においてそれぞれ対応する頂点を見付けることは出来ない。このため多くのポリゴンリダクションアルゴリズムではこのようなケースにおいて上面と底面が完全に重なることを保証出来ない。

5.生成されたデータの比較

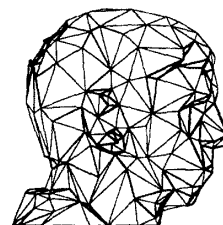
今回は空間の計量に基づく手法と距離の計量から任意の解を求める手法を比較した。後者に関してはエンベロープの計量も合わせて行っている。空間の計量は建築物などには適しているが人間の頭部のような自然造形物には適していないこと分かる。



元形状(3500 polygons)



空間の計量 (500 polygons)



距離の計量とエンベロープ(500 polygons)

6.終わりに

ポリゴンリダクションは最終評価者が人間のメンタルな部分であるため、「正しい唯一の解」が存在しないところに難しさがある。このような多様な要求に柔軟に対応するためには単一の手法ではなく複数の手法を持つ必要があると考える。

7.参考文献

W.J.Schroeder et al.

"Decimation of Triangle Meshes," SIGGRAPH '92, pp65-pp70, Aug.1992

H. Hoppe et al., "Mesh Optimization," COMPUTER GRAPHICS Proceedings Annular Conference '93, pp19-26, 1993