

5 N-6

PC用3Dアクセラレーターを用いた リアルタイムボリュームレンダリング

木村 篤史

山本 強 高井 昌彰

北海道大学工学研究科 北海道大学大型計算機センター

1 はじめに

ボリュームレンダリングは、物体表面のみを可視化する他の手法とは異なり、内部の情報構造も可視化の対象とする技術である。そのため計算量が膨大になるが、近年テクスチャマッピングを利用した方法 [1] により、3Dアクセラレーターを備えた環境では高速な処理が可能になってきている。

またボリュームレンダリングは非常に自由度の高い画像生成が可能なため、今後は医療だけでなくゲーム等の幅広い分野で利用されることが予想される。これらの分野においては必ずしも画像の質、厳密性が要求されるわけではなく、むしろリアルタイム性を求められることが多い。

そこで本研究では、PCに3Dアクセラレーターを搭載した環境を対象とし、リアルタイム性を追求するボリュームレンダリング手法を提案する。

2 従来手法とその問題点

従来手法ではボリューム空間を図1のように切断しテクスチャを生成する。テクスチャは視線と平行になる場合は描画されないので、視点の位置によってはボリュームは正しくレンダリングされないが、ボリュームデータから視点の位置に応じたテクスチャデータを毎回生成するのは非常に処理時間がかかるため、視点の位置に応じた3種類のテクスチャをあらかじめ用意する必要がある。しかし本研究が対象とするPC用3Dアクセラレーターでは、専用のテクスチャメモリが小容量、あるいはそれを持たない事が多いので、主記憶とのテクスチャデータの転送を頻繁に起こす要因となり、処理速度を低下させ大きな問題となる。

3 提案手法

そこで本研究では、ボリューム空間を多層の球状に切断することにより視点に依存しないテクスチャを用いる手法を提案する(図2)。この手法では従来手法の1/3のテクスチャデータで済むことになり、その結果処理速度の向上が見込める。ただしこの手法においても、視線と平行となるテクスチャが存在する所以正しくレンダリングされない領域ができてしまうが、ボリューム空間全体に占める割合が小さいために、この領域についてリアルタイムにテクスチャを生成し視線に垂直なポリゴンに貼り付けるなどの対策を講じたとしても処理速度の低下は小さいことが予想される。

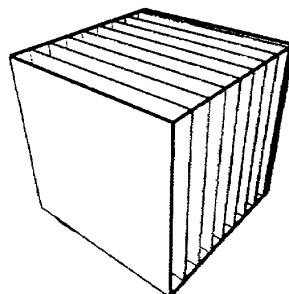


図1：従来手法

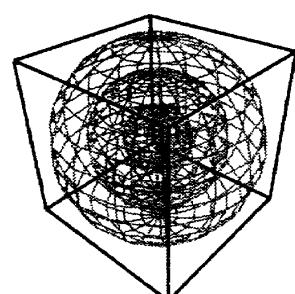


図2：提案手法

4 可視化モデル

今回は第一段階として視点をオブジェクトの上方、および下方以外の位置に設定できる円筒状のマッピング法を実装した。この手法では視点を上記の位置に制限した場合、必要なテクスチャ用メモリは従来手法の約半分となる。実際には円筒を正八角柱として近似しテクスチャを生成した(図3)。

スライス画像から生成したボリューム空間のボクセル値をそのままテクスチャの輝度値に設定すると、オブジェクトの輝度が光源、物体形状と無関係なため立体感に欠ける画像になってしまう。そこでボクセル値から物体の法線ベクトルを推定しそれに基づきシェーディングを行いテクスチャの輝度値を決定した。

テクスチャは前処理段階で生成し、実際に可視化する際には視点の座標を考慮して視点から遠い方からテクスチャを対応するポリゴンに張り付ける。そのとき各テクスチャの輝度値 I 、アルファー値 α を参照し、次式により混合処理を行う。 $I_{old(new)}$ は混合前（後）のフレームバッファの輝度値である。

$$I_{new} = \alpha I + (1 - \alpha) I_{old}$$

5 実験結果

実験は視点の位置を連続的に変化させた画像を1000枚生成し、その処理時間を計測することにより行った。表1の環境で実験を行ったところ、フレームレートは16.64fpsであった。図4はレンダリング画像の例である。現状では視線と平行となるテクスチャへの対策をしていないので、オブジェクトの一部は正しくレンダリングされていない。

6 おわりに

本論文では、重複したテクスチャを保持する必要の無いボリュームレンダリング手法を提案した。また本手法実装の第一歩として円筒状のマッピング法を実装した。視線と平行となるテクスチャの処理はしていないものの、リアルタイム処理への可能性は十分確認できた。今後は視線と平行となるテクスチャへの対策、また任意の視点からのレンダリングが可能な球状にマッピングする方法の実装、実験を行いたい。

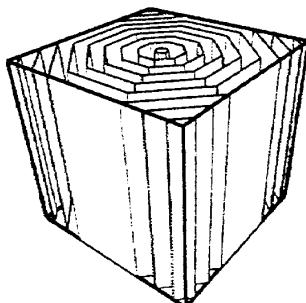


図3:今回実装した手法

IBM PC/AT互換機	
CPU	AMD K6 233MHz
メモリ	64MB
3Dアクセラレーター	FireGL1000Pro(8MB)
OS	Windows95
グラフィックスAPI	OpenGL Ver1.1
スクリーンサイズ	256 x 256 pixel
ボリュームサイズ	64 x 64 x 64
使用データ	ラット胸腹部のMR I画像 42枚

表1: 実験環境



図4: レンダリング例

参考文献

- [1] P.Haeberli,M.Segal,"Texture Mapping as a Fundamental Drawing Primitive" Proc.Fourth Eurographics Workshop on Rendering(1993)
- [2] Robert A.Drebin"Volume Rendering", Comput.Graph.SIGGRAPH,(1988)
- [3] 板井 悠二他編集『三次元画像－原理と臨床応用－』(金原出版、1996年)