

2V-7 ポリュームレイトレーシング高速化のための 3次元データ内部表現の一手法

伊藤宜範
北海道大学工学部

山本強
北海道大学大型計算機センター

1 はじめに

近年、MRI-CT などからポリュームレンダリングによって3次元形状を再構築した医療用画像が報告されているが、画像生成のための計算時間が多くかかるという問題を抱えている。

そこで本研究では、各々が3次元ポリュームセットを持ったフラグ付きのボクセルを組み合わせることによってオブジェクト空間を作製することによりポリュームレイトレーシングの高速化を行なう研究について報告する。

2 本文

本研究は本講座の山本強助教授によって開発されたMRI-CT 画像からポリュームレンダリングによって3次元CGを作製するツールを改造し、高速化することにより行なわれた。以下、MRI-CT 画像から胸部3次元CG(図2)の作製を高速化した例に従って説明をする。

オブジェクト空間を各々独立したフラグ付きのボクセルを組合わせて作製し、さらにそのボクセル内にCT値を格納する3次元ポリュームセットを作製するというように、2重のボクセル分割を施すことにより得られたいくつかの利点を以下に述べ、説明を加える。

1. 作製するオブジェクト空間の大きさを必要最小限に押えることが出来るために使用するメモリの量を減らすことが出来る。

従来、ポリュームレンダリングによってCGを作製する場合、オブジェクト空間としてMRI-CTからのデータ(CT値)を完全に保管できる大きさのメモリ領域を一括して確保してきたが、この方法では必要以上に大きなオブジェクト空間を作製してしまい、使用しないメモリ領域まで確保してしまうという問題がある。

そこで本研究ではオブジェクト空間を生成しているボクセル内に、明らかに使用されない程度のCT値しか入っていないければ、そのボクセルは生成しないことにしている。そうすることによってオブジェクト空間の大きさを必要最小限に押え、使用するメモリの量を減らしている。

(図1)の黒色部がボクセルの生成されなかった部分、灰色部が後述する仮想的にNULLとなっているボクセルである。このように、黒色部のボクセルを作らないことによってメモリの使用量を押えている。

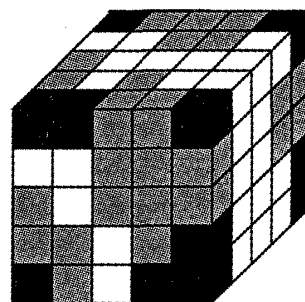


図1: オブジェクト空間の作製

2. 各ボクセルごとにヒープ領域を確保することにより、メモリキャッシュのヒット率を高める。

各ボクセルごとに3次元ボリュームセットを作製することにより一度に確保するヒープ領域を小さくすることが出来る上に、光線追跡を行ないやすい形にCT値を配置することが出来る。それゆえにメモリキャッシュのヒット率が従来の方法に比べて高くなることが予想される。

3. 等密度面 (isosurface) 検出のための計算量を減らすことが出来る。

オブジェクト空間を構成する比較的大きなボクセルには、それぞれフラグを持たせてあり、指定された検出すべき isosurface の CT 値に満たない値のみで構成されているボクセルは、このフラグを立てることによって仮想的な NULL ボクセルとしている。

仮想的な NULL ボクセル内では isosurface と光線との交差はあり得ないから、このボクセル内においては CT 値を調べることなく光線を通過させることが出来る。

この時比較的大きなボクセルがたとえ isosurface の CT 値に満たない値のみで構成されていても実際に NULL にしてしまうと、補間処理を行なう時にその補間値に狂いが生じる。

フラグを用いて仮想的に NULL にすることによって、光線追跡の時にはそのボクセル内のボリューム空間を無視することが出来、かつ補間処理の時にそこにある CT 値が必要となったときはその値が呼び出せるようにしている。

4. 容易に内部画像を得ることが出来る。

ボリュームレイトレーシングの高速化とは関係ないが、ボクセルを仮想的に NULL にすることによりその領域内に存在するもの全てを透明にすることが出来る。(図 3)

3 実行結果

$256(x) \times 256(y) \times 5(z)$ の 3 次元ボリュームセットで表されるオブジェクト空間を、大きさ $16(x) \times 16(y) \times 1(z)$ のボクセルで分割した場合の計算時間を従来の手法と比較して以下の表に示す。

なお計算時間は sun sparcstation 2 (ss2) と IRIS-4D/30TG とで time コマンドを用いてユーザーモードの CPU 消費時間を測定した。

	従来の手法での 実行時間	本手法での 実行時間	実行時間の 短縮率
ss2	127.4 秒	86.9 秒	31.8%
IRIS	69.0 秒	52.5 秒	23.9%

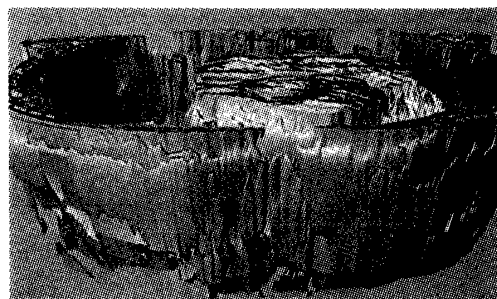


図 2: 胸部 3 次元 CG

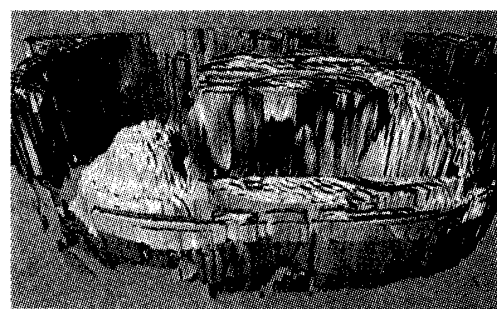


図 3: 特定のボクセル内のみ仮想的に NULL にした例

4 終りに

ボリュームレンダリングの際にもオブジェクト空間を分割することによって画像生成の高速化が実現できることが示すことが出来た。

今後はさらなる高速化をめざした研究を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 山本強.” 心電図同期撮象された MRI-CT 画像からの 3 次元アニメーション合成”, 第 4 5 回情報処理学会全国大会講演論文集, 6D-5, OCT, 1992