

## グリッドコンピューティングを用いたボリュームレンダリング手法の開発

岡部 憲史<sup>†</sup> 檜垣 徹<sup>†</sup> 玉木 徹<sup>†</sup> 金田 和文<sup>†</sup><sup>†</sup>広島大学大学院工学研究科

## 1. はじめに

CT や MRI によって得られたボリュームデータを直観的に把握するために、ボリュームデータの可視化技術の開発が重要な課題となっている。ボリュームデータをその内部にわたって可視化する代表的な手法としてダイレクトボリュームレンダリング手法がある。しかし、大規模なボリュームデータに対しては、表示に時間がかかりインタラクティブな観察に支障をきたすという問題がある。

この問題を解決する 1 つの方法としてグリッドコンピューティングを用いてダイレクトボリュームレンダリングを高速化することがあげられる。本研究ではグリッドコンピューティングを用いたボリュームレンダリング手法の開発を行った。また、表示の際の品質係数を導入することにより、要求される精度を保ちつつ処理の高速化を図る。

## 2. グリッドコンピューティングのシステム構成

グリッドコンピューティングは以下の 3 つの役割によって構成される。

- Server: ボリュームデータの分割、タスクの割り振り、結果の回収を行う。
- Client: ユーザが操作を行い、Server に対して画像の生成を要求する。
- Agent: 複数存在し、分割ボリュームデータの受信、レンダリング処理の実行、Server への結果の送信を行う。

## 2.1 ボリュームデータの分割・送信、結果の合成

Server はボリュームデータを分割し Agent にタスクとして割り振る。本研究ではボリュームデータをグリッド状に分割する。これは、通常ボリュームデータはグリッド構造をしており、分割後の可視性の優先順位を容易に決定することができるからである。

グリッドコンピューティングを用いる際に最も重要になるのはタスクの送信順序である。本研究では 2.2 節で述べる可視性に基づいたタスクの送信順序を考案した。

レンダリング結果の画像は各ピクセルに対応した不透明度とともに Server に返送される。Server では不透明度を考慮して各 Agent からの画像を Front-To-Back-Order で合成する。すなわち画像と不透明度を格納するためにフレームバッファとアルファバッファを準備し、Agent から返送された画像にアルファバッファの値を掛け合わせて、フレームバッファに加算する。そして Agent から返送された不透明度を用いてアルファバッファの更新を行う。

## 2.2 可視性の優先順位

各分割ボリュームデータに対応する可視性を 6 ビットで符号化して表現する。すなわち分割ボリュームデータに隣接する分割ボリュームデータの処理状態を True/False の 2 値で表現する。初期値として視線方向に分割ボリュームデータを遮蔽する他の分割ボリュームデータが存在する面に True をセットし、その他は False とする。どのビットにも True を持たない分割ボリュームデータの処理を行い、併せて、その分割ボリュームデータに隣接する分割ボリュームデータの該当するフラグを False にするというプロセスを繰り返すことで可視性の優先順位を考慮

して処理を行うことができる。

## 3. Agent での処理

レンダリング品質をボリュームデータの解像度に基づいて制御できるスプラッティング法を用いてレンダリングを行う。

レンダリングの高速化をはかるために、ボクセルのグループ化[1]処理を行う。このグループ化とは、複数のボクセルをまとめて 1 つの投影カーネルを生成する手法である。しかし、グループ化により表示精度が低下する。

この問題を解決するために、品質係数  $q$  を導入することで、グループ化するボクセル数を制御し、表示精度を保ち高速化をはかる。品質係数は、1 を最高品質とし、 $0 \leq q \leq 1$  でユーザが設定する。式 1 を用いてグループ化閾値  $t$  を算出する。

$$t = \frac{7(V_{\max} - V_{\min})}{8}(1 - q) \quad (1)$$

ここで  $V_{\min}, V_{\max}$  は、全ボリュームデータ中のボクセル値の最小値と最大値をそれぞれ表す。式 2 を用いて、グループ化の可否判定を行う。

$$\max_{i \in G} \{ |V_i - V_{ave}| \} < t \quad (2)$$

$G$  はグループ化対象ボクセル群の集合を表し、 $V_{ave}$  は、そのボクセル群のボクセル値の平均値である。 $t$  の値が小さいほどグループ化の際のボクセル数は少なくなり、高い表示精度の画像が得られる。

## 4. 適用例

Agent でのレンダリングと Server での合成処理を確認するために、頭部 MRI データを 8 分割してレンダリングと合成を行った結果を図 1 に示す。また、そのときのレンダリングパラメータを表 1 に示す。

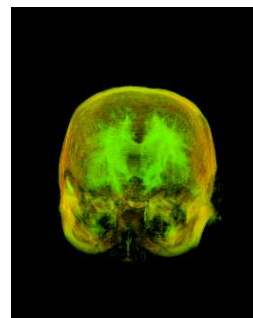


図 1. レンダリング結果

表 1. レンダリングパラメータ

ボリュームデータ	256×256×256
分割ボリュームデータ	8
品質係数	1.0
視線	俯角30度
不透明度	セル値/2000
表示画像サイズ	264×357

## 5. おわりに

グリッドコンピューティングを利用したボリュームレンダリング手法を開発した。今後の課題は、Agent へのタスク投入などのシステムのインプリメントを完了し、処理時間計測や、システムの最適化を行うことなどが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 余博洋則, 金田和文, 山下英生, “ベクトル量子化を用いたダイレクトボリュームレンダリングの改良,” 平成 14 年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p.436, Oct. 2002.