

# 対話的な3次元動態可視化手法の開発

3G-3

磯部 義明 及川 道雄 佐野 耕一

(株)日立製作所 システム開発研究所

## 1. 目的

コンピュータ技術と計測器技術の発達により、超音波装置等で、時系列的に連続した3次元ボリュームデータの計測が可能になりつつある。また、MRIやX線CT等においても動態の周期運動に同期を取ることで1周期の間を数分割した幾つかの時相の3次元ボリュームデータを計測可能である。

以上のような周期的な3次元動態データを可視化を行う場合、単純に時間軸に沿って連続的に3次元画像を作成する方法では、各時相の処理に時間がかかり、動態を表現するフレームレート内に計算することが難しく、現在は、全ての時相の3次元画像を作成の後、シネ表示を行っている<sup>[1]</sup>。しかし、この方法では、しきい値や視線方向等の可視化条件を変更する度にシネを作りなおす必要があり、対話性に乏しかった。この問題を解決するための計算順序制御手法を導入した高速ボリュームレンダリング手法<sup>[2]</sup>を提案すると共に、その有効性を確認したので報告する。

## 2. 高速ボリュームレンダリング手法

ボリュームレンダリング手法は、総てのボクセルに対し、光の反射計算や透過計算を行うため非常に時間がかかる。この問題を解決する高速ボリュームレンダリング手法として無色透明なボクセルはボリュームレンダリングの表示計算に関与しない事に着目し、無駄な計算を

省くアプローチで高速化を行い、プリサーチ法などのいくつかの高速化手法を既に開発している。プリサーチ法<sup>[2]</sup>は、表示対象により設定されるパラメータ決定後に、事前に作成したテーブルをサーチし、表示に必要なボクセルを含む最小の直方体領域に計算領域を限定し、演算量を減らす方法である(図1)。

これらの方法により、HITACHI9000モデル735(124MIPS)を用いて、256<sup>3</sup>のデータを約3秒で可視化することを可能にした<sup>[3]</sup>。

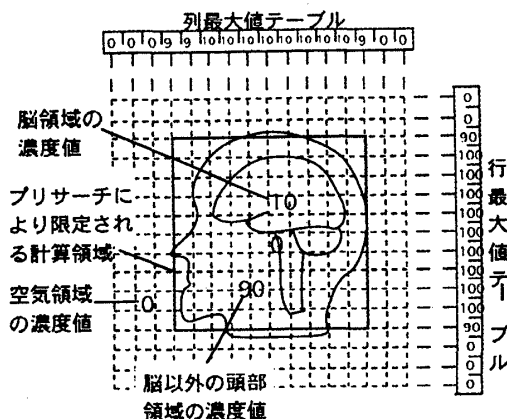


図1 プリサーチ法による高速可視化手法

## 3. 計算順序制御手法

前節の手法を用い、128<sup>3</sup>のデータに減らしても、動態を表現するフレームレート内(例えば、8フレーム/秒)に計算することは不可能である。そこで、動態のスピード感や対話性を損なわない可視化を目的に以下の手法の検討を行った。(1)パラメータ変更がない限り、各時相の可視化計算結果をメモリに格納しておき、計算の済んだ時相は計算しないで格納データを表示する。

Developing Interactive Visualization Techniques for Time Series 3D data.

Yoshiaki Isobe, Michio Oikawa, Koichi Sano.

Hitachi Ltd. Systems Development Laboratory, 1099 Ohzenji, Asao, Kawasaki, 215 Japan

(2)各時相の可視化計算に要する時間を予測し、早い段階から滑らかな動画表示を可能にするように3次元画像の計算順序を制御する。

具体的に1周期5時相で表示間隔0.2秒、可視化計算に一律0.6秒かかる場合を想定して説明を行う(図1)。3次元動態データの可視化を行うためには、(a)のような動態を表現する本来のタイミングで時間軸に沿って3次元画像を表示する必要がある。単純に時間軸に沿って3次元画像を可視化する方式では、(b)のような表示となり、3秒待たないと本来の動態のタイミングで表示できない。

提案方式では、(c)のように計算時間を予測し計算順序を制御することにより、約1秒後には、ほぼ、本来の動態のタイミングでの表示が可能となり、この場合、約3倍の高速化を達成できる。

#### 4. 3次元動態表示プロトシステムの開発

上記の手法に基づき、3次元動態表示プロトシステムを開発した。この際、対話的に表示しきい値、不透明度、視線方向等の可視化パラメータをマウスによるディスプレイ上のポインタ操作で変更可能とした。

#### 5. 結果

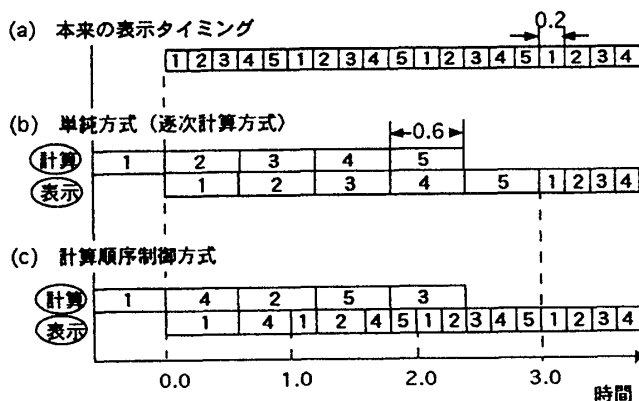


図2 計算順序制御方式のタイムテーブル

システムの評価を行うため、胸部X線CTから得られた $128^2 \times 64 \times 8\text{bit}$ の3次元ボリュームデータに、心臓を模擬した8時相分の球状のファントムを各々埋め込んだ3次元動態データを作成した(図3)。

この結果、滑らかな動態表示を得られるまでの時間は、高速ボリュームレンダリングのみで約6.8秒、加えて計算順序制御手法を用いると約3.3秒となり、約2倍のスループット向上を果たした。開発した技術により、100MIPS程度のマシンで、各パラメータの対話性や、動態のスピード感などの向上を確認した。

今後は、可視化処理のさらなる高速化、及び、動きの定量的な計測手法などを検討・開発して行く予定である。

#### 6. 参考文献

- [1]山科,他:“心臓核医学における心動態3次元表示の検討”,3D Image Conference '95,p113-7
- [2]及川,他:“3次元画像診断支援システムの開発”,MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY, Vol.12,No.4, p445-6(1994.7)
- [3]Oikawa et al.“Development of a Three-Dimensional Image Processing System and Application to Therapy Planning Support”,CAR'95,p1313



(1) 収縮時 (2) 拡張時

図3 データ表示例