

トラックボールと専用処理ボードを用いたリアルタイム Volume Rendering システムの開発

鈴木崇洋, 橋本征太郎, 拝師智之, 植松孝明,
松田善正, 巨瀬勝美

筑波大学物理工学系

はじめに

MRI で取得されたボクセルデータの可視化手法の一つである Volume Rendering 法は, 三次元構造の把握には適しているが, 多量の補間による処理時間の長さが問題となっていた. また, 従来のマウス操作による三次元的視線方向の指定は必ずしも直感的かつ容易なものではなかった. そのため, 高速な演算処理法と構造認識を容易にする視線方向指定法が, 望まれている. そこで本研究では, Volume Rendering 専用ボードと, 大型のトラックボールを用いることにより, トラックボールの回転と被写体の回転が直接対応するようリアルタイム Volume Rendering システムを開発した.

システムと動作

開発したシステムは, Volume Rendering 専用ボードである Mitsubishi Electric Information Technology Center America, Inc で開発された VolumePro 500 (PCI バス接続ボード) と, 描画能力に優れたグラフィックカードを装備した PC と, マウスポート (PS/2) に接続したトラックボールによって構成される. システムの PC には, CPU に Pentium II / 300 MHz, メモリに 256 Mbyte, グラフィックカードに Matrox Millennium G400 を搭載し

たものを使用した. OS は, WindowsNT 4.0 SP6, またアプリケーションの開発には, C コンパイラに Visual C++ 6.0 を使用した.

動作は, 以下のものである. (1)トラックボールの回転操作によって発生したマウスイベントに, ベクトル演算から回転行列を求める処理を行い, 三次元の視線方向を指定する. (2)視線方向からの Volume Rendering 処理を, VolumePro 500 ですべて行い, 2D のテキストチャーイメージとして Rendering 像を出力する. (3)出力されたテキストチャーイメージを, OpenGL 関数を用いて, グラフィックカードからモニターに出力する. なお, VolumePro 500 は, ボード上にメモリを搭載し, 256³ ボクセルデータまでを読み込むことができるため, より高速に処理することができる.

システム評価

開発を行ったシステムの評価は, 当研究室の MR マイクロスコープによって取得したマウス胎児の三次元データを使用した. 撮像シーケンスは, 3D-SE であり, TR/TE = 100/8 ms, FOV は (8.96 mm)³, 画素サイズは (70 μm)³, 画素数は 128³, 信号積算回数は 24 回であった. また, このデータをもとに, フーリエ補間で 256³ ボクセルまで拡大したものも用いた.

実行画面を Fig. 1 に示す. Volume Render-

キーワード real-time, volume rendering, trackball, VolumePro500, 3D structures

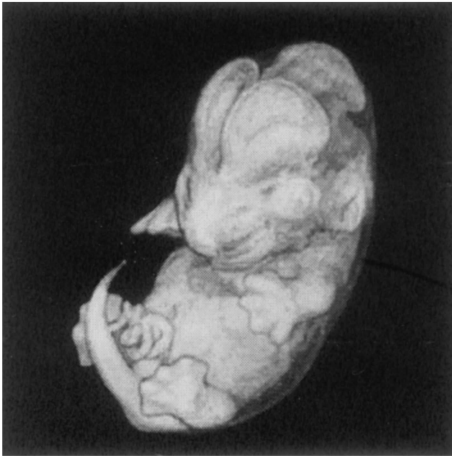


Fig. 1. Volume rendering image of a mouse fetus

ing の回転描画速度は、 128^3 ボクセルデータでは、18.0 frame/s、 256^3 ボクセルデータでは、11.2 frame/s であった。つまり、トラックボールを1秒で1回転させた場合、10 frame 以上の描画能であった。また、不透明度、閾値などの各パラメータの変更もリアルタイムに処理が可能なたため、Volume Rendering 特有のパラメータ操作の煩わしさを、特別意識する必要はなかった。

ま と め

VolumePro 500 を用いることによって、 256^3 ボクセルまでの MRI データを 10 frame/s 以上レンダリングすることができ、Volume

Rendering のリアルタイム回転表示が可能となった。また、三次元視線方向の指定に、トラックボールを用いることにより、被写体の回転とボールの回転が一致するため、三次元構造を直感的に把握できた。以上から、VolumePro 500 およびトラックボールを用いた本システムによる Volume Rendering の回転・表示は、三次元の MRI データの構造把握には非常に効果があると結論した。

参 考 文 献

- 1) Drebin RA, Carpenter L, Hanranhan P : Volume Rendering. Computer Graphics (Proc. Siggraph) 1988 ; 22 : 65-74
- 2) Pfister H, Kaufmanm A. Cube-4 : A Scalable Architecture for Real-Time Volume Rendering. In : Proceedings of 1996 Symposium on IEEE Volume Visualization. San Francisco, CA, 1996 ; 47-57
- 3) Osbone R, Pfister H, Lauer H, Mackenzie N, Gibson S, Hiatt W, Ohkami T. EM-Cube : An Architecture for Lowcost Real-Time Volume Rendering. In : Proceedings of the 1997 SIGGRAPH/EUROGRAPHICS Workshop on Graphics Hardware. 1997 ; 131-138
- 4) Ogata M, Ohkami T, Pfister H, Lauer H. A Real-Time Volume Rendering Architecture Using an Adaptive Resampling Scheme for Parallel and Perspective Projections. In : Proceedings of 1998 Symposium on IEEE Volume Visualization. North Carolina, 1998 ; 31-38
- 5) Pfister H, Hardenberg J, Knittel J, Lauer H, Seiler L. The VolumePro Real-Time Ray-Casting System. In : Proceedings of the ACM SIGGRAPH '99 Conference. 1997 ; 251-260

Development of a Real-time Volume Rendering System Using a 3D Pointing Device and a Dedicated Image Processing Board

Takahiro SUZUKI, Seitaro HASHIMOTO, Tomoyuki HAISHI,
Takaaki UEMATSU, Yoshimasa MATSUDA, Katsumi KOSE

*Institute of applied physics, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573*

A real time rendering system has been developed on a WindowsNT 4.0 SP6 system. This new rendering system uses a dedicated image processing board (VolumePro 500) and a 3D trackball. The image processing board was used to drastically reduce the computation time required for 3D image-data rotation. The trackball was used as a 3D pointing device, able to interactively and intuitively determine the 3D view direction. Windows-events generated by the rotation of the trackball were coded to operations which rotated the 3D object. The 3D object was then displayed as a volume rendered image. The system performance was tested using 128^3 and 256^3 voxel MRI data. The display frame rates were 18.0 and 11.2 fps for both the 128^3 and 256^3 data. In conclusion, the proposed system is very useful in understanding 3D structures of volume data.