

平成23年度 i-MOSいわてものづくり・ソフトウェア融合テクノロジーセンター
研究課題成果報告書

課題名	タイルドディスプレイを用いた大規模マルチボリューム画像のリアルタイム表示環境の構築と次世代可視化システムの基礎的検討		
研究代表者及び研究参加者職・氏名	(研究代表者) 岩手県立大学 教授 土井章男	(研究参加者) 岩手県立大学・研究員・高橋弘毅 (株) JFP・女鹿幸夫	
研究開発費	1,150千円	研究開発期間	平成22年6月～平成24年3月31日
研究分野	<ol style="list-style-type: none"> 1. ものづくり関連企業の生産性向上、品質向上 2. ものづくり関連企業の付加価値向上 ③ 産業分野への展開を目的とした研究 4. その他 		

1 平成23年度研究成果概要

複数の計算機が高速なネットワークで接続され、同時に複数のディスプレイ（タイルドディスプレイ）を有効に生かすためには、効率よく並列計算を行いながら、効率的に映像表示するアーキテクチャーが必要となる。そのためには各計算機やプロセス・スレッド間で同期を取りながら、同時に効率的なデータ共有を図る必要がある。そのためには、複数の高解像度なボリュームデータに対して、タイルドディスプレイ（図1）上で、リアルタイムな並列可視化処理環境を実現することが重要である。また、タイルドディスプレイを利用することで、通常のモニタの解像度の10倍以上の解像度を出すことが出来るため、この広大な表示空間を有効に利用する次世代の可視化システム環境に関する基礎的検討を行った。具体的には、複数のPCが接続された分散環境に関してはMPI（Message Passing Interface）、個々のPC内部のマルチコアCPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit）を利用して、我々が開発中の可視化ソフトウェアを、各環境で並列化を行い、全体の処理効率を向上させた。

MPIは言語に依存しない、分散メモリ間のメッセージ通信API（アプリケーションインターフェース）の標準規格である。マルチスレッド化は、マルチコアCPUを対象にした並列プログラミングのための開発フレームワークである。大規模データやスクリーン領域の分割、データ間の通信部分は、MPIが受け持ち、個々のプロセスやスレッドレベルの処理は、マルチスレッド化により、並列化を行った。ユーザインターフェースは、コマンド形式での実装を行った。GPUにおける並列化では、NVIDIAが提供するGPU向けのC言語開発環境であるCUDA（Compute Unified）を使用して、その並列処理速度を評価した。並列化された可視化ソフトウェアの適用範囲は、主に医療、製薬、流体分野に加えて、スパコンから計算される細胞レベルのシミュレーションデータや地球規模の計測・地理データ等である。また、研究開発されたソフトウェア群は、タイルドディスプレイを使用している大学、企業、行政機関等への技術移転が可能であり、各ライブラリーは、医療分野、製薬業界、地図等の製品やアプリケーションへの組み込みも可能である。

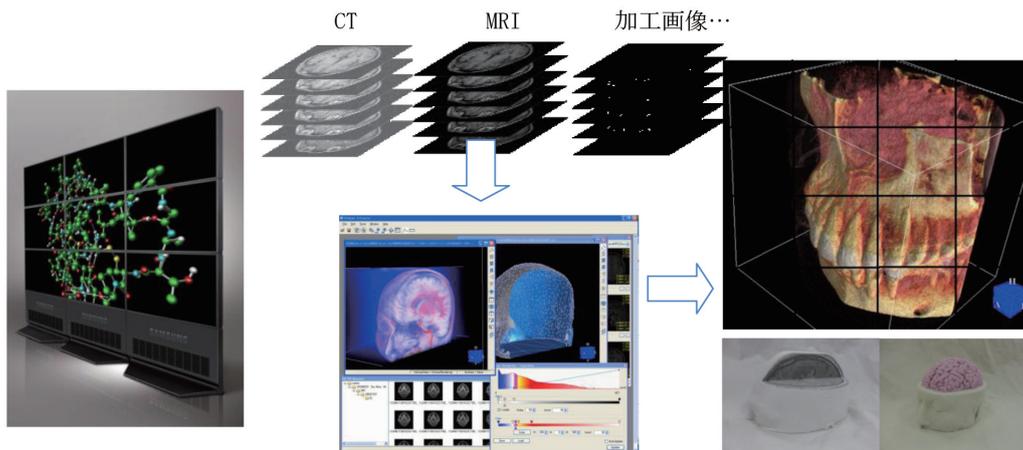


図1 タイルドディスプレイ

図2 複数の高解像度3次元画像からの可視化と具現化

3次元可視化装置の各PCに対して、並列処理環境（MPI（Message-Passing Interface））をインストールし、MPIによる並列処理と高速化が可能であることを確認した。また、単一のPCで処理出来ない大規模ボリューム画像に対して、MPIを用いた並列ボリュームレンダリング法の研究開発を行った。大規模なボリューム画像に対して、2分割法による画像分割を利用して、分割された3次元画像のみを、各CPUで処理するアーキテクチャを用いた。図3は、従来方式によるボリューム表示と並列ボリュームレンダリング表示である。従来方式に比較して、骨の分かり易さが向上している。本方式の場合、PC間の通信速度が十分確保出来れば、CPUの数に比例して、処理速度を向上させることが可能である。

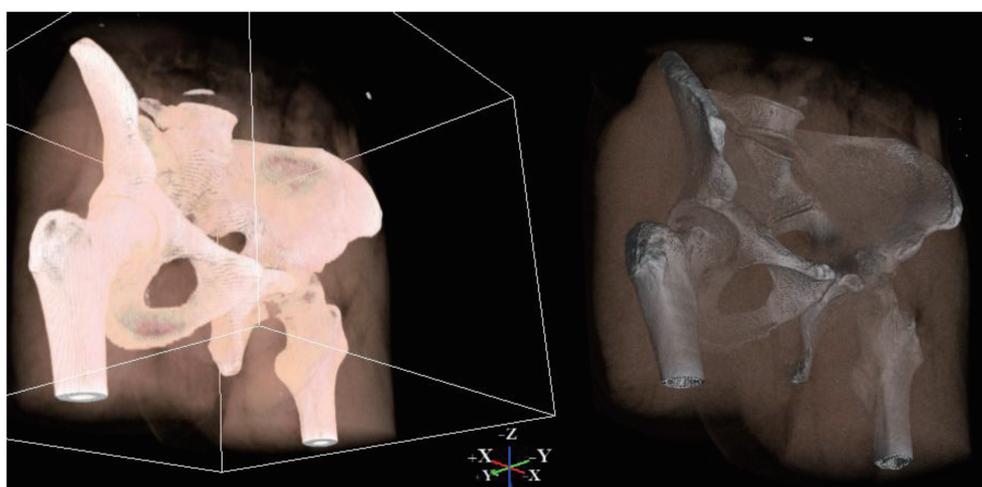


図3 従来方式によるボリューム表示（左）、並列ボリュームレンダリング表示（右）

岩手県立大学地域連携研究センターの3次元可視化装置は、マスターPCとスレッドPC間のネットワーク接続が、インフィニバンド（InfiniBand）のネットワークカードでないため、その部分がボトルネックとなっている。図4は、マスターPCからスレッドのPCに対して、3次元画像の転送時間とプロセッサ数を計測した結果である。プロセッサ数が増加すると4台くらいから、処理時間が増加しているのが観察される。そのため、3次元可視化装置のマスターPCに対して、インフィニバンドのネットワークカードへの交換を行って、計算速度の評価を行う予定である。

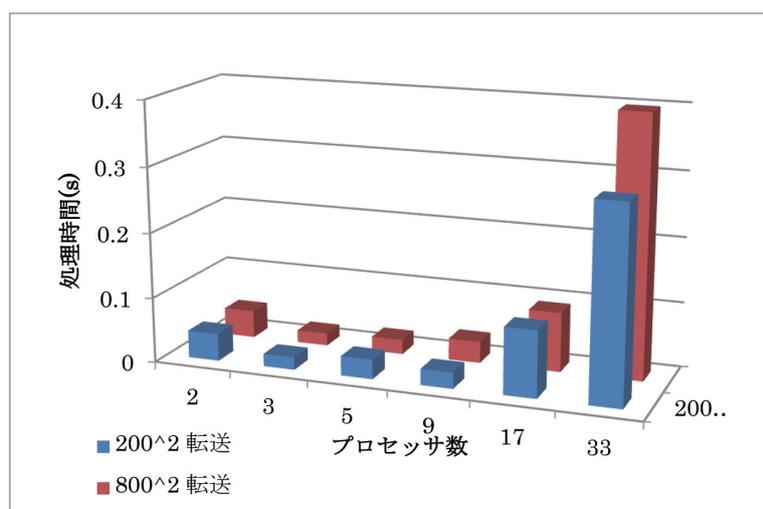


図4 プロセッサ数と処理時間

2 採択課題の到達目標及び目標達成状況

【到達目標】

研究開発する可視化ソフトウェアは、複数個の1024画素の3乗ボリューム画像に対して、リアルタイムな可視化（30 frames per second以上）を実現することが目標である。また、デスクトップPCに比較して、表示以外にも画像処理や物理シミュレーション計算に対して、10倍以上の高速化を実現する。さらに、岩手県立大学地域連携研究センターに導入された3次元可視化装置（並列PC）とタイルディスプレイに対して、統一されたユーザインターフェース環境で、ハードウェア性能を生かした、容易に大規模データをリアルタイムで可視化・具現化する計算機環境（リアルタイム・ビジュアライゼーション（可視化）&リアライゼーション（具現化）環境（realtime visualization and realization environment）と呼ぶ）を構築する。

【目標達成状況】

プログラムの並列化により、2個以上の1024画素の3乗ボリューム画像に対して、リアルタイムな可視化（30 frames per second以上）を達成した。また、デスクトップPCに比較して、表示以外の画像処理や物理シミュレーション計算に対しても、20倍以上の高速化を確認した。

3 今後の展望

サーバ上で稼働するクラウドコンピューティング形式で稼働させ、.NET Frameworkで記述されたユーザインターフェース部分も研究開発する。また、マスターPCにインフィニバンドのネットワークカードを導入し、計算ボトルネックの解消を図る。さらに、容易に大規模データをリアルタイムで可視化・具現化する計算機環境（リアルタイム・ビジュアライゼーション（可視化）&リアライゼーション（具現化）環境（realtime visualization and realization environment）と呼ぶ）の改良を試みる。

4 研究経費の効率的・効果的使用

- (1) 研究の質的高度化をはかり、岩手県立大学の学術的価値を高める。
- (2) 科学研究費を中心とした外部資金獲得の向上。

(3) 研究の中から、スパンの長いものと短期的に実用化可能なものを選別し、バランス良く研究を持続的に発展させるために、経費配分は以下の事項に留意して行った。

- 1) 本研究費は、プロジェクト全体の連携、発展に寄与するよう使用する。
- 2) 原則として高額機器等は既存または別研究費によるものを使用し、研究そのものについて本研究は使用する。
- 3) 中堅若手研究者を重視した実践的研究組織を編成し、ソフトウェア情報学部内の研究室、他大学の研究者、他の組織の参加者等の支援を受けながら運営する。

以上の方針をもとに、経費を一方で統一的に使用する仕組みを形成すると共に、他方で各研究者が機動的に経費を使えるよう配慮した。

5 当該資金に関連した外部資金等の獲得状況

- (1) 助成金等の名称：総務省平成24年度SCOPE（地域ICT振興型研究開発）
- (2) 研究課題名：遺跡発掘による出土遺物の計測・整理・デジタルアーカイブの研究開発
- (3) 代表・分担の別：代表（土井章男）
- (4) 期間：平成24年7月1日～平成26年3月31日

6 その他

本研究テーマは、情報可視化や「見える化」など応用分野が広く、同時にマルチコア化のCPUや並列環境において、非常に重要なテーマである。本研究で得られた研究成果の一部は、平成24年度科学技術振興機構の復興促進プログラム（A-STEP、マッチング促進）において、株式会社岩手情報システムと共同提案している。

7 論文、学会発表、講演の実績

- 1) 土井章男、高橋弘毅、馬渡太郎、女鹿幸夫、”3Dテクスチャ表示技術を用いたボリュームレンダリングシステムの開発とその応用”，Medical Imaging Technology, Vol. 30, No. 2, pp. 1-9, 2012.
- 2) A. Doi, T. Takahashi, T. Mawatari, and S. Mega, “Development of a volume rendering system using 3D texture compression techniques on general-purpose personal computer”, IEEE iCAST 2011, Dalian/China, 2011.
- 3) 細川靖、野澤拓人、中村拓弥、土井章男、高田豊雄、阿部芳彦、”海女仮想体験学習システム「海女via-Rv3」の潜水操作系インタフェース検討”、電気関係学会東北支部連合大会、1E17, 2011/8.
- 4) 土井章男、高橋弘毅、馬渡太郎、女鹿幸夫、”マルチボリュームデータ処理とその応用”、日本バーチャルリアリティ学会研究報告、Vol. 16, No.TTS01, TTS11-1-4, pp. 1-18, 2011.
- 5) A. Doi, H. Takahashi, B. Shuto, M. Katayama, H. Nagashima, M. Okumura, “Design and application of tailor-made plates for treating fractures in small animals”, IEEE iCAST 2012, 2012/8, Soul (Korea),(to be appeared).

8 受賞、特許