

論文の内容の要旨

論文題目 問題解決環境としての可視化システムの開発

氏 名 宮地 英生

1. 序論

ここで対象とする数値計算や実験の結果を CG で画像化する可視化システムは、1990 年頃から市販の汎用システムが登場し、科学技術の発展に大きな貢献を果たしてきた。その間、可視化研究は、1 つのデジタルデータを効率的に画像化する方向で発展してきたが、近年、対象となるデータが大規模化するにつれ、表示装置の解像度不足、さらには、人間の理解力の限界という新しい課題が登場し、表示技術だけでは問題の解決が困難になってきた。そこで、今、新しい可視化システムには、試験、表示、認識、議論、決断、再試験といった大きな業務サイクルの効率的な問題解決支援が求められている。

2. 本研究での提案と目的

可視化に関する研究として自動可視化、並列可視化、グリッド可視化など、さまざまな研究が進められているが、1 つ 1 つの適応領域が狭く、限定された分野でしか利用されない。その一因として、可視化に関するデータ構造の規格が無いいため、これらの技術を組み合わせる利用範囲を広げることや、市販の可視化システムへ組み込みが難しい事があげられる。そこで、本研究では、これらの可視化技術および、現在市場に流通しているグラフィックスソフトウェアを容易に合成する技術を開発することで、研究の大きな業務サイクルの効率化を支援する可視化システムの開発を目指す。

そのために、本論文では、従来の可視化システムが持つ二種類の処理、計算機が判断する計算処理と人間の判断を容易にするグラフィックス表示処理を分離の分離を提言する。そして、後者の人間が判断する表示処理に目的を絞り、規格化が進んでいるグラフィックスボード関連の情報をインターフェイスとして、既存ソフトウェアを改変することなく表示を合成する「ビジュアルフュージョン」という概念を提案する。

本論文の目的は、それを実現するための技術開発と、それを具体的な可視化の問題に適用し、ビジュアルフュージョンの有効性を示すことにある。

3. 大規模可視化のための画像重畳技術の開発

大規模データに有効な、グラフィックスボード上の画像値と Z バッファ値を使った画像重畳による並列可視化システムを開発していたが、可視化業務で大規模なデータだけを扱うわけではない。テストランから本計算まで、研究段階によって異なるデータ規模に対応するスケーラブルな可視化環境が求められていた。そこで、まず、ボリュームレンダリング用のハードウェア画像重畳装置を、汎用的なサーフェイスレンダリングに適用した並列

可視化システムを構築し、その有効性と問題点を明らかにした。次に、計算機のメモリ量を超える規模のデータを可視化するためにストリーミング技術を実装し、画像重畳とストリーミング可視化の組み合わせで1台のPCで論理的には無限大のデータを可視化できることを示した。最後に、それにグリッドミドルウェアを組み合わせたシステムを開発し、ストリーミング可視化の高速化を実現した。これら一連の開発と実証試験により、画像重畳によるビジュアルフュージョンが大規模可視化業務に対して柔軟な解決手段を提供できることを示した。

4. 可視化結果のコンテンツ化のための形状復元技術の開発

研究成果を公開することは研究業務の一部となり、それを三次元化するニーズが高まっている。三次元の可視化結果をネットワーク経由でコンテンツとして配信するとき、データリダクションが必要となる。従来、リダクションの圧縮度の指標はオリジナルのデータ精度に対する許容範囲で設定されたが、様々な精度のコンテンツを合成する場合、その指標の決定が困難になる。しかし、ビジュアルフュージョンの概念では、人間の認識度を基準にするので、表示解像度という圧縮指標を与えることができる。本研究では、イメージベースドモデリングの技術を応用し、さまざまな方向から可視化した複数の二次元画像だけから、表示解像度に応じた新しい三次元モデルを再構築する技術を開発し、いくつかのモデルに適用した。本手法で再構築したモデルは、形状とテクスチャでコンテンツを復元する。そのため形状の圧縮効果だけで品質を評価できないので、人間の脳の三次元モデルを使った主観的品質評価を実施した。その結果、同程度の幾何形状の圧縮率では、テクスチャで情報を補完する本手法は優位であることが判った。また、表面の状態に注目する人に対して本手法が有効であることを示唆した。

図1に、三次元の脳モデルを本手法で再構築するプロセスを示す。

5. 可視化システム共有のための OpenGL フュージョン技術の開発

インターネットが普及し、遠隔の共同研究においてTV会議は日常のツールになりつつある。近未来のコミュニケーション支援として高臨場感通信の研究が盛んに行われており、その中では、可視化結果の共有だけでなく、三次元可視化システム自身の共有が求められる。可視化システムの空間共有では、同一視点で合成する画像重畳ではなく、それぞれの視点での画像表示が必要なため、三次元的なフュージョンが必要となる。本研究では、グラフィックスボードへの命令として業界標準である OpenGL コマンドをキャプチャして合成する技術を開発し、OpenGL を使った市販の可視化ソフトウェアとデモプログラムを再コンパイルすること無く1つのウインドウに合成することを実現した。また、ネットワークで接続した2台の計算機にそれぞれソフトウェアを動作させ、通信で三次元表示を交換して1つの三次元モデルに合成し、それぞれ独自の視点から観察することもできた。性能評価では、現在の実装において合成表示により描画性能が1/3程度に落ちること、OpenGL

コマンドのキャプチャ時に大きなオーバーヘッドがあることを確認した。

図2に魚が泳ぐアニメーションプログラム Atlantis と市販の可視化ソフトウェア MicroAVS を OpenGL フェージョン技術で1つのウインドウに合成した様子を、図3にバーチャルリアリティ空間に、Atlantis とビデオアバタ、CG モデルを合成した例を示す。

6. まとめ

以上の研究により、ビジュアルフェージョンの概念が大規模データ可視化、コンテンツ配信、可視化システム共有などの、可視化における現在、近未来のニーズに対して、有効な解決手段を与える1つの考え方であることが示された。

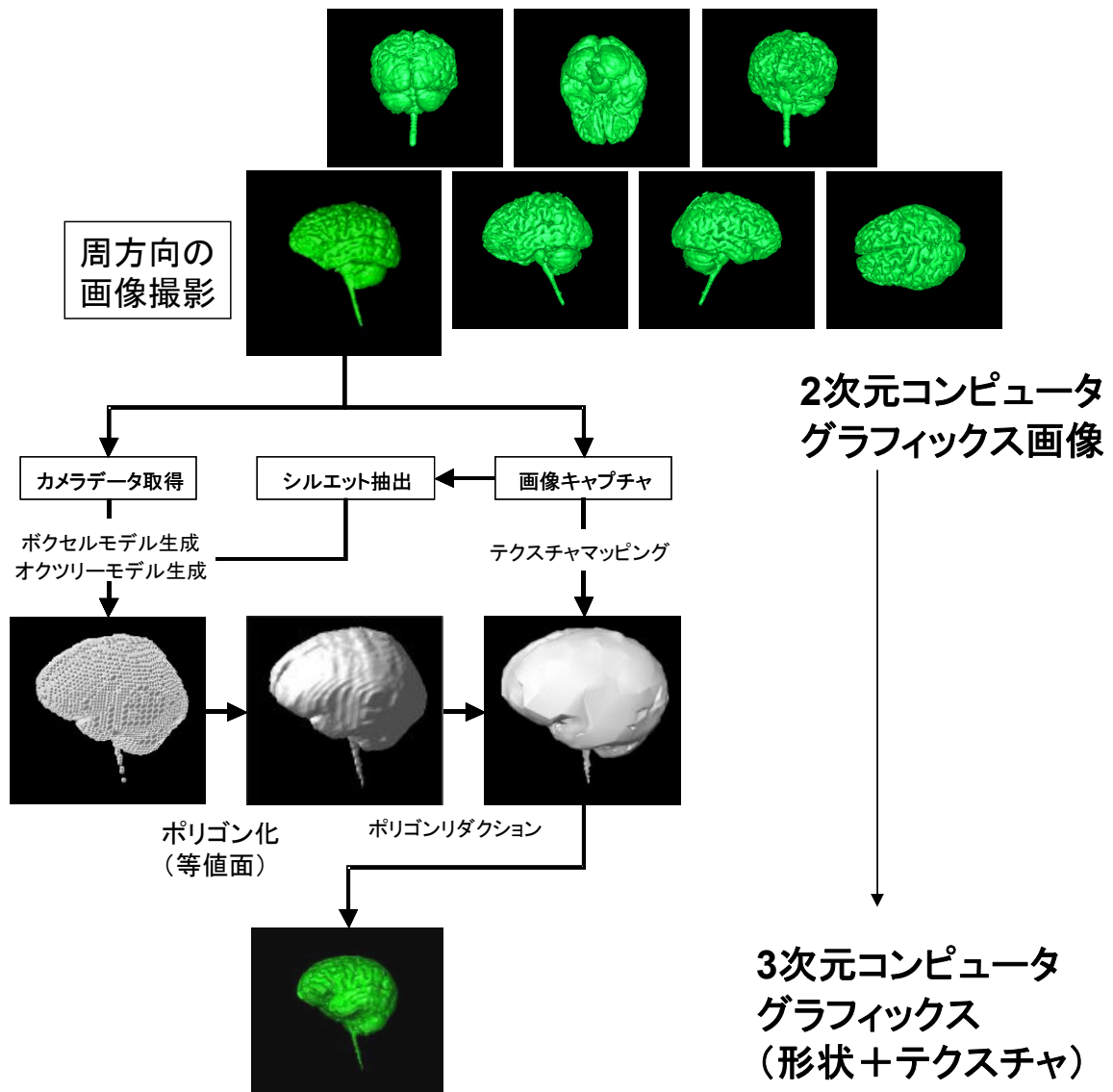


図1 複数の二次元画像から三次元モデルを復元する処理の概略

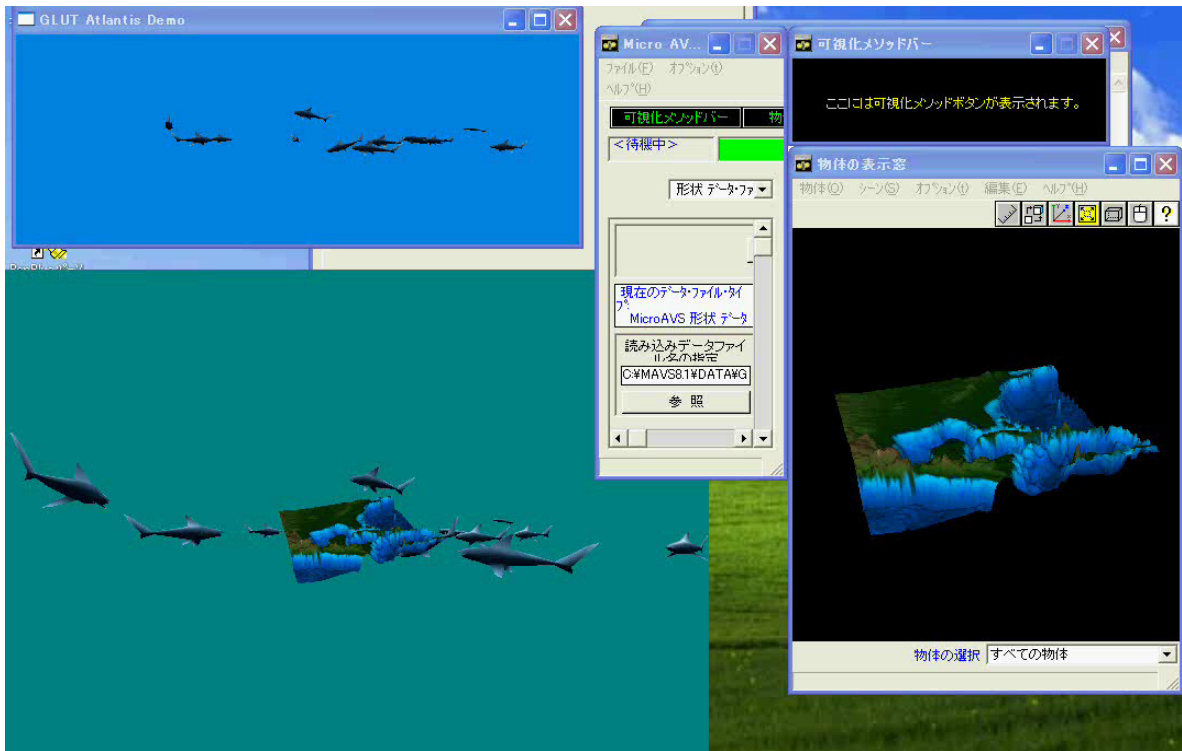


図2 Atlantis「魚」と市販ソフトウェアの「地形」を左下のウィンドウに合成表示

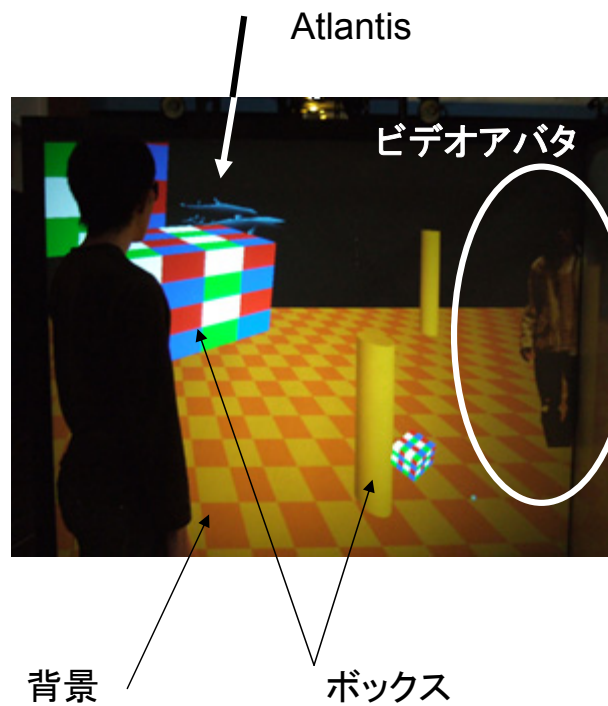


図3 バーチャルリアリティ空間に複数のソフトウェア表示を合成した様子