A305

PCグリッドによる大規模データのアニメーション可視化への応用

小西 克巳[○] (工学院大学), 中沢 亨 (大日本印刷(株)), 宮地 英生 (株ケー・ジー・ティー)

Large-scale Visualization System on PC Grid

Katsumi KONISHI, Tohru NAKAWAZA, Hideo MIYACHI

ABSTRACT

This paper proposes a visualization system for large-scale data using PC grid computing environment, which is integrated with computing resources of personal computers. This system is flexible and scalable since computing environment can be implemented with heterogeneous PCs. Experiment results with 36 PCs show the effectiveness of the proposed visualization system.

Keywords: PC grid computing

1. はじめに

HPC 技術や並列計算環境の発展により, 科学技術計算等で生成される計算結果データの大規模化が進んでいる. このような大規模データの可視化には, 膨大な計算時間を要するという問題がある. 特に動画像の場合は, 再生時間の長さに比例して計算時間が長くなってしまふ. このような問題を解決するため, PC クラスタ等を用いた並列計算環境の研究も行われているが, 特殊な計算環境が必要となる.

本稿では, PC グリッド計算環境を利用した可視化システムを紹介する. PC グリッド計算環境は一般のデスクトップPCで構成される並列計算環境で, 特別な機材やネットワークを必要とせず, 簡単に構築可能という特徴がある. その反面, 既存のネットワークを利用するため, 各PC間の通信頻度が高い並列計算には向かないという欠点がある. しかし, 本稿で取り扱うような大規模データ可視化における動画像生成では, 動画像のフレーム単位で独立に可視化計算が可能であるため, まとまったフレームへとデータを分割することで, PC間の通信を必要としない並列計算が可能である. そのため, PCグリッド計算環境は大規模データ可視化における動画像生成に適した計算環境となっている.

著者らは, すでに工学院大学に最大 46 台のデスクトップPCから構成されるPCグリッド計算環境を構築しており, 本稿では構築された計算環境を利用して可視化計算を実現する. また, 36 台のPCによる可視化計算の実験結果を示す.

2. PC グリッド計算環境

本研究では, グリッドミドルウェアAD-POWERs⁽¹⁾によりPCグリッド計算環境を構築した. AD-POWERsはサーバ・クライアント方式で動作するミドルウェアで,

MS Windows上で動作し, サーバとなるPCが全てのデータ・通信を管理し, 実際に計算を行うクライアントPCに計算指示を出す. また, マルチキャスト通信を基本とした通信を用いることで, クライアントソフトウェアが起動しているPCを自動的にキャッチすることが可能な為, サーバへのクライアントPCの登録や管理といった手間が不要という利点がある. クライアントPC用のソフトウェアはスクリーンセーバで起動可能であるため, Windows標準のスクリーンセーバ機能で遊休となっているPCの判断が可能であり, スクリーンセーバONで計算処理に参加, OFFで離脱することが可能である. このため, 計算処理に参加するクライアントPCの台数が動的に変化するという特徴を持つ. なお, 第4節で行う実験では, クライアントPCは固定されており, 台数に変化はない.

3. 分割可視化計算

大規模データの可視化計算において, 計算機の利用可能なメモリ量が不足するとディスクへのスワッピングが発生し, 可視化処理の性能が著しく低下する. このような場合, オペレーティングシステムにスワッピングを任せるよりアプリケーションが可視化データを適当なサイズに分割し, ディスクへデータを退避させながら可視化作業を行う“ストリーミング可視化”の方が速く処理できる⁽²⁾.

本研究では, 並列化汎用可視化システムAVS / Express PCE⁽³⁾に実装されているストリーミング可視化機能を利用する. これにより, データを時間方向・空間方向のどちらの方向にも任意のサイズで分割し可視化計算を行うことが可能となる. 分割されたデータを各クライアントPCに配布し, 分割可視化計算の並列化を実現する.

Fig.1 実験環境

Table 2. 各 PC の性能

OS	: WindowsXP Pro SP2
CPU	: Pentium4 2.7GHz
Memory	: PC2700 512MB
HDD	: 40GB 5400rpm ATA100
NIC	: 1000Base-T

4. 可視化計算実験

4.1 実験環境

工学院大学CPDセンターラボラトリーの演習用PCを利用してPCグリッド計算環境を構築した(Fig. 1). サーバおよびクライアントとなるPCは全て同一機種であり、性能をTable 2.に示す。各スイッチには18台ずつのPCが1Gbpsで接続され、スイッチ間は4Gbpsでブリッジ接続されている。可視化するための3次元流体数値計算結果データはNASに保存されており、可視化計算結果も同じNASに保存される。NASは両方のスイッチに接続されている。

4.2 実験

乱流の3次元流体数値計算結果36ステップ分のデータを4分割し、合計144個のデータに分割して可視化計算を行った。全体のデータ量は324Gbyte、1ファイルあたりのデータ量は768Mbyteである。Table 3に示すようなアルゴリズムで可視化計算を行った。実験1ではSTEP1-STEP5までを行い、実験2ではデータを予め配布しておく、STEP2-STEP5まで行った。

4.2 実験結果

実験結果はTable 4のようになった。36台のクライアントでの計算時間の合計が実験1では16,342秒、実験2では16,159秒であることから、実験1と実験2の時間差は、全てNASからクライアントPCへのデータ配布のためであることがわかる。実験2の場合は36台のPCを利用して、16,159/487=33.2倍の高速化が実現されている。

データを一度配布すれば、次から配布する必要はないため、可視化の際に視点などのパラメータを変更して再計算する場合は、実験2の結果を参考にできる。実用に耐える高速化が実現されたと言える。

Table 3. 分散計算アルゴリズム

STEP1: 144時刻分に分割されているデータのうち1ファイルを各クライアントPCに配布
STEP2: クライアントPCのAVS Express上で静止面を作成
STEP3: 作成した静止面データをNASに転送
STEP4: 144個分のファイルが全て完了するまでSTEP1-3を繰り返す
STEP5: 144個の静止面を重ね合せ動画を作成

Table 4. 実験結果

1台で実行	16,200 sec
実験1(36台)	1,470 sec
実験2(36台)	487 sec

5. おわりに

本稿ではPCグリッド計算環境を利用した可視化システムを紹介した。PCグリッド計算環境は計算ノードとなるPC間で頻繁に通信が発生する計算には不適であるが、分割可視化計算では時間方向・空間方向に任意の個数にデータを分割して計算が可能であるため、PCグリッド計算環境に適したアプリケーションである。

本稿で提案するPCグリッド計算環境では既存のネットワークを利用するため、各PCにデータを配布する時間がボトルネックとなるが、今後はデータグリッド等の技術から効率良くデータを配布するシステムの研究開発を行いたい。

謝辞

本研究のためにネットワークスイッチおよび、NASを提供して下さったデジタルテクノロジー株式会社に感謝致します。

参考文献

- 1) AD-POWERsホームページ: <http://www.ad-powers.jp/>
- 2) J.Ahrens, K.Brislawn, K.Martin, B.Geveci, C.Law, and M.Papka: Large-Scale Data Visualization Using Parallel Data Streaming, IEEE Computer graphics and Applications, Vol.21, No.4, pp.34-41, 2001
- 3) 宮地英生, 林幸子, 中井陽一, 伊藤嘉晃, 白崎実, 姫野龍太郎, クラスタシステムで動作する並列可視化システムの開発, 計算工学講演会論文集, Vol.8, pp.983-984, 2003
- 4) 寺坂晴夫, 清水泉介, 竹島由里子, 可視化のための大規模数値データの圧縮と復元, 可視化情報学会論文集, Vol.23, No.6, pp.52-57, 2003