

平成 21 年 5 月 7 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006 年度～2008 年度

課題番号：18300032

研究課題名 (和文) ポリウムコミュニケーション技術による遠隔協調研究支援環境の構築

研究課題名 (英文) Development of Remote Collaborative Environment Using Volume Communication Technologies

研究代表者 小山田耕二 (京都大学高等教育研究開発推進センター・教授)

研究者番号：00305294

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース・可視化

キーワード：可視化・ポリウムコミュニケーション・シミュレーション

1. 研究計画の概要

本研究では、ポリウムコミュニケーション技術に基づく遠隔協調研究支援環境の構築を目標とした。ポリウムコミュニケーションとは、シミュレーション計算から生成される膨大な数値データ (以降ポリウムデータ) というメディアを使った情報交換のことであり、遠隔協調可視化環境は、テレビ会議システムに可視化システムを融合したものである。本研究で対象とする可視化技術としては全体的な現象把握に向くポリウムレンダリングを考えるが、ポリウムデータの大規模化に対しては現在十分な技術が開発されていない。また、現在提案されている遠隔協調研究支援環境においては、高臨場感の追及が優先し、遠隔参加者全体を 3 次元データとして表現するために、スムーズなコミュニケーション実現の観点で有効であるとはいえない。以上の問題を解決するために本研究で開発すべき要素技術としては、

1. 粒子ポリウムレンダリング技術
 2. 正面顔識別技術による対面コミュニケーション技術
 3. ポリウムデータ向け直感的操作インタフェース技術
- を考えた。

2. 研究の進捗状況

(1)平成 18 年度、大規模・複雑ポリウムデータ向け可視化技術として、“粒子ベースポリウムレンダリング法”に関する基盤技術を開発した。開発手法では、伝達関数で定義される不透明度分布を元に計算される粒子密度に従ってポリウム空間内に粒子を生成し、それらを画像面に投影することにより

レンダリングを行う。このとき、粒径に対応して一つの画素を複数の領域に分割して処理 (サブピクセル化処理) を行う。ポリウムレンダリング手法の評価で利用されるいくつかのデータに対して、粒子総数・サブサンプリングレベル・画像解像度を変化させて、粒子ベースポリウムレンダリング法の適用を行い、その有効性を検証した。

(2)平成 19 年度は、タイルド表示装置を用いて、ポリウムデータを表示・共有・操作することが可能な基本的環境を構築した。タイルド表示装置とは、商用の液晶モニタをタイル上に配列させ、安価で高解像度を実現するための表示機構である。具体的な研究成果としては、まず、四面体単位で処理を行える PBVR 法を使用して、PC クラスタの分散環境下で大規模非構造格子データの可視化を行うシステムを開発したことである。次に、タイルド表示装置を用いてポリウムコミュニケーション環境を試作したことである。

(3)平成 20 年度は、ネットワーク環境において性能を発揮できる大規模非構造ポリウムデータ向け可視化技術の開発を行った。具体的な研究成果としては、まず、新しい粒子モデリング技術を取り入れた粒子ポリウムレンダリング技術の高度化を行った。次に、従来ポリウムデータ全域を対象にした粒子生成手法を開発・利用していたが、これを格子毎に行うように変更した。この変更により、画質の劣化は認められることなく、さらに必要メモリにおいて大変有利な粒子生成手法を開発することができた。最後に、必要メモリの観点でポリウムレンダリングを断念せざるを得なかった大規模データのポリウムレンダリングが可能となった。具体

的には、7100万1次要素・2400万2次要素からなるボリュームデータに対して昨年度設置したタイルド表示装置上で数フレーム毎秒のパフォーマンスでボリュームレンダリング表示を行うことができ、その成果は、大規模計算についての国際的権威であるSC08にてデモンストレーションされた。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。遠隔協調研究支援環境の基盤としてボリュームコミュニケーション技術という概念を提案し、その要素技術としては、

- 1) 粒子ボリュームレンダリング技術
- 2) 正面顔識別技術による対面コミュニケーション技術
- 3) ボリュームデータ向け直感的操作インタフェース技術

を考えた。3つの要素技術について、更なる高度化が必要な部分を内在させているものの、そのプロトタイプはほぼ完成し、限定した局面での有効性を確認した。1についてはこれまでボリュームレンダリングを断念せざるを得ない規模のデータについて実用レベルの高速性を備えたボリュームレンダリングを行うことができ、国際会議のデモ等で高い評価を得た。

4. 今後の研究の推進方策

将来計画として、遠隔協調研究支援環境の構築について、

- ・分散格納された大規模不規則格子ボリュームデータの遠隔可視化
- ・TDWの利用を前提とした遠隔協調研究支援環境の構築

に対応した研究開発を進める予定である。

第1の計画に関して、当初の研究計画で開発した粒子ボリュームレンダリングでは、ピクセルを分割したサブサンプリングの使用を前提としたアルゴリズムを採用していたが、残念ながらこのような分割より画質の向上は見られるものの必要とされるフレームバッファのサイズの増大を引き起こした。この問題を解決するために、アンサンブル平均考え方を取り入れた新しいアルゴリズムの設計を行う予定である。

第2の計画に関して、本研究では、分散格納された不規則格子ボリュームデータを複数の表示装置で構成するTDWに可視化表示することになるため、複数ソースが高速ネットワークを介して複数シンクに接続するトポロジーに対応した新たなソフトウェアの設計が新たな研究開発項目として追加される必要がある。さらに高速ネットワークの効率的な利用の実現には、動的負荷分散を行うミドルウェアの開発が必要になり、ネットワーク技術に堪能な研究分担者の追加が必須となった。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕(計7件)

- ① Naohisa Sakamoto, Hiroshi Kuwano, Takuma Kawamura, Yasuo Ebara, Koji Koyamada, Kazunori Nozaki, "Distributed Particle-based Volume Rendering for Irregular Volumes," The first International Workshop on Super Visualization (IWSV08), 査読有, 2008
- ② Koji Koyamada, Naohisa Sakamoto, Satoshi Tanaka, "A Particle Modeling for Rendering Irregular Volumes," International Conference on Computer Modeling and Simulation (UKSIM 2008), 査読有, 2008, pp. 372-377
- ③ Takuma KAWAMURA, Jorji NONAKA, Naohisa SAKAMOTO, Koji Koyamada, "," NICOGRAPH International 2007, 査読有, 2007
- ④ 坂本尚久, 小山田耕二, "粒子ベースボリュームレンダリング," 可視化情報学会論文誌, Vol. 27, No. 2, 2007, pp. 7-14
- ⑤ N. Sakamoto, J. Nonaka, K. Koyamada and S. Tanaka, "Particle-based Volume Rendering," Asia-Pacific Symposium on Visualization Proceedings, 査読有, 2007, pp. 141-144
- ⑥ N. Sakamoto, J. Nonaka, K. Koyamada and S. Tanaka, "Volume Rendering Using Tiny Particles," IEEE International Symposium on Multimedia Proceeding, 査読有, 2006, pp. 734-737
- ⑦ F. R. Ngana, T. Hatta, N. Sakamoto, J. Nonaka, S. Tanaka and K. Koyamada, "Volume Rendering with a Grid-Independent Illuminant Particle Model," IEEE Visualization Proceedings Compendium, 査読有, 2006, pp. 28-29.

〔学会発表〕(計3件)

- ① 桑野浩, 河村拓馬, 山崎晃, 坂本尚久, 江原康生, 小山田耕二, "粒子ベースボリュームレンダリングによる大規模非構造格子向け分散可視化," 第27回日本シミュレーション学会大会, 2008年6月, 立命館大学
- ② 澤藤誠, 坂本尚久, 江原康夫, 小山田耕二, "タイルドディスプレイを用いた多地点沿革コミュニケーションシステムに関する研究," 情報処理学会研究報告2007-CVIM-160, 2007.9.3, 名古屋大学
- ③ 河村拓馬, 坂本尚久, NONAKA Jorji, 小山田耕二, "非構造格子向けの粒子ベースボリュームレンダリング," 第26回日本シミュレーション学会大会, 2007年6月, 東京工業大学