

並列計算機を利用した実時間可視化システム

リサーチ 5

村松 一弘, 松本 秀樹*, 武井 利文†, 土肥 俊†

日本原子力研究所 計算科学技術推進センター

*NEC 情報システムズ 科学技術システム事業部

†NEC C&C メディア研究所

1 はじめに

近年、コンピュータの高速化、特に分散メモリ型の並列計算機による高速化と、インターネットなどのネットワークの高速化により、高速な並列計算サーバ上での解析結果をユーザ側のクライアントで実時間で可視化したい、というユーザの要求が生じつつある。また実時間可視化が実現すれば、解析の途中で結果を評価した上で、解析パラメータや可視化パラメータを変更したいという要求が高まってくる。そこで原研と NEC とは、任意の並列計算機上で実時間可視化ができ、かつクライアント側も OS 非依存の形式で実行できるシステムを、共同研究により開発している [1]。本論文では、この共同研究の成果について報告する。具体的には、計算サーバ側のマルチプラットフォーム化として、原研にある種々の並列計算機、具体的には、NEC SX-4/FUJITSU VPP300/HITACHI SR2201/IBM SP/CRAY T94 上での流体解析の実時間可視化を目指したものである。このために、計算サーバ側のポータビリティを考慮して、本システムでは開発言語として FORTRAN および C、さらにプロセッサ間通信として標準的な MPI(Message Passing Interface) を採用している。クライアント側も OS 非依存の実現方式として、Java アプレットを利用して、Web ブラウザさえインストールされていれば実時間可視化が可能になっている。

2 ソフトウェア構成

本ソフトウェアは、ハードウェアとしては、計算サーバが単一 PE のベクトル計算機、共有メモリ型のベクトル計算機、分散メモリ型並列計算機の 3 階層のプラットフォームを、クライアント側では Web ブラウザがインストールされていることを前提としている。さらに、データ中継の機能を果たす Web サーバの存在を仮定しており、計算サーバと高速なネットワークで接続されている

ものとする。そしてソフトウェアは、計算サーバ・Web サーバ・クライアントの各ハードウェア上で動作する、可視化モジュール・データ中継モジュール・GUI モジュールから構成される。

例えば、計算サーバが分散メモリ型並列計算機の場合、本ソフトウェアの構成は図 1 のようになる。本ソフトウェアでは並列計算機の特徴を生かして、PE(Processing

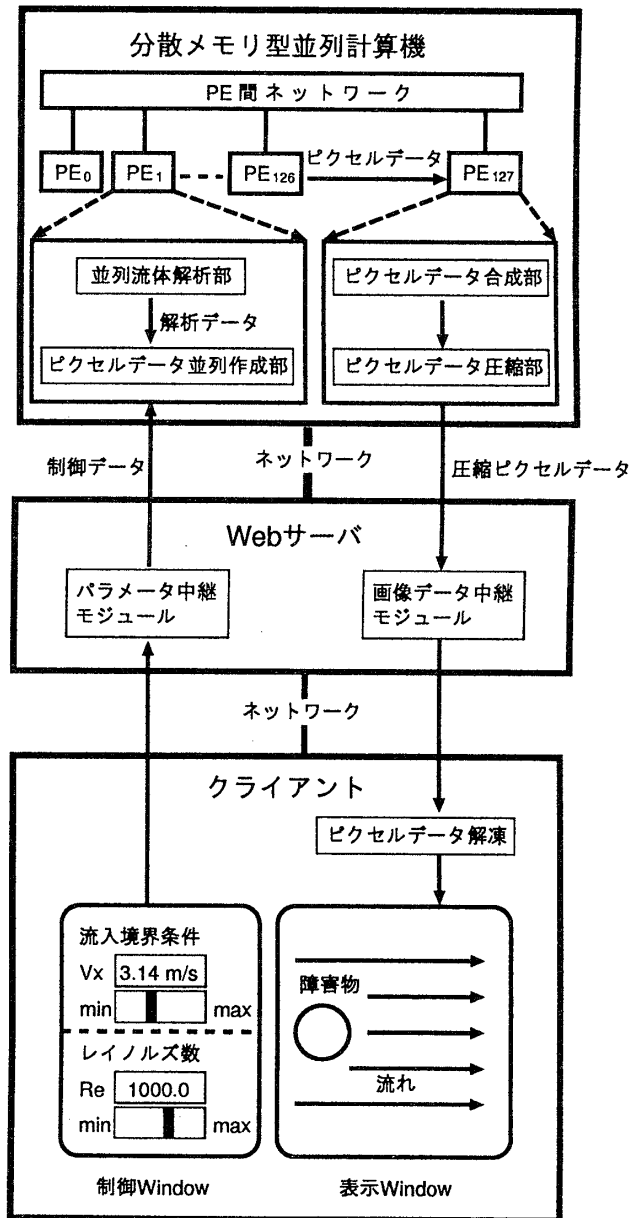


図 1: ソフトウェア構成

A Real-Time Visualization System on Parallel Computers
 Kazuhiro Muramatsu, Hideki Matsumoto*, Toshifumi Takei† and Shun Doi†
 Center for Promotion of Computational Science and Engineering, Japan Atomic Energy Research Institute
 *NEC Informatec Systems, Ltd.
 †C&C Media Research Laboratories, NEC Corporation

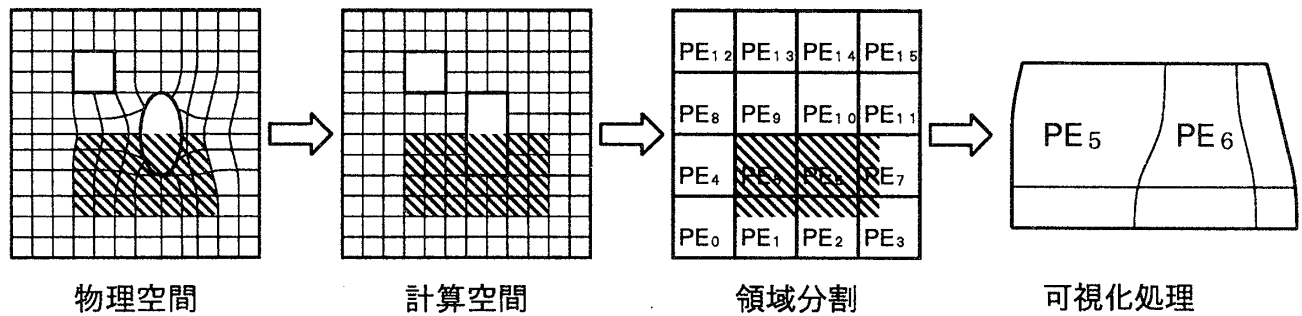


図2: 可視化処理の並列化手法

Element) を解析・画像生成を行なう PE(以下、解析 PE と略す) 群と合成・圧縮を行なう PE(以下、合成 PE と略す) とに分けている。さらに、解析・画像生成と合成・圧縮とがパイプライン的に処理され、実行速度の向上が図られている。なお解析・画像生成に関する並列化は領域分割法に基づいており、これについては次節で述べる。

トラッキングの処理手順は、以下ようになる。

1. 各解析 PE で並列に解析を行なう。
2. 各解析 PE で解析データおよび可視化パラメータに基づいて、並列にピクセルデータを生成する。
3. ピクセルデータを合成 PE に送信する。
4. 合成 PE でピクセルデータを合成して、1 フレームの画像を生成する。
5. さらに画像データが、前画面とのデータ差分を Huffman コードで符号化することにより圧縮される。
6. 圧縮ピクセルデータを計算サーバから Web サーバに転送する。
7. Web サーバ上の画像中継モジュールにより、圧縮ピクセルデータが Web サーバからクライアントに転送される。
8. クライアントにて、ピクセルデータを解凍し、Java の 2 次元グラフィクスライブラリにより表示する。

ステアリングの処理手順は、以下ようになる。

1. 制御 Window で決定された制御パラメータをクライアントから Java アプレットの通信機能により Web サーバに転送する。
2. Web サーバ上のパラメータ中継モジュールにより、パラメータが Web サーバから計算サーバの PE0 に転送される。
3. 計算サーバにおいて、転送された制御パラメータが、PE0 から他の解析 PE にブロードキャストする。
4. 各解析 PE では、新しいパラメータに基づいて計算およびピクセルデータ生成を行なう。

3 可視化処理の並列化手法

今、解析計算の並列化は領域分割法に基づく仮定する。この時、本システムにおける可視化処理の並列化は、対応する分割領域が割り当てられている PE に割り当てるという方法によって行なわれている。

この方法では、可視化領域を計算領域のある特定部分に限定した場合、その領域に対応する PE に可視化処理が集中することになり、PE 内の負荷の不均等が生ずることになる。例えば、2 次元の障害物回りの流れを考える(図2)。図2の網掛け部分がユーザが可視化したい領域だとする。この時各 PE は、図2に示されるようにそれぞれの計算領域の画面に対応する部分についてのみ可視化処理を行なう。可視化領域を計算領域のある特定部分に限定した場合、その領域に対応する PE に可視化処理が集中することになり、PE 内の負荷の不均等が生ずることになる。しかし筆者らのこれまでの経験から、解析計算に比較して可視化処理の負荷は少ないと考えられる。それゆえ、解析計算と可視化処理を合わせた処理全体としては、その不均等は小さいと予想される。

4 今後の課題

本ソフトウェアは、現在のところ解析ソルバがシングルブロックの BFC 格子にのみ対応している。しかし今後より汎用性を高めるために、FEM/FVM などの非構造格子やマルチブロック格子への拡張が必要である。

また今後、レンダリング機能のクライアント側への拡張、グループウェア化、並列データベースへの適用、などの機能拡張を行なう予定である。

参考文献

- [1] 村松一弘 ほか：並列計算機上での流体解析のための実時間可視化システム，計算工学講演会論文集，Vol.2, No.1, pp.109-112 (1997)