

6-4 仮想空間で大規模なシミュレーション結果を探索 —対話的な遠隔 VR 可視化を可能に—

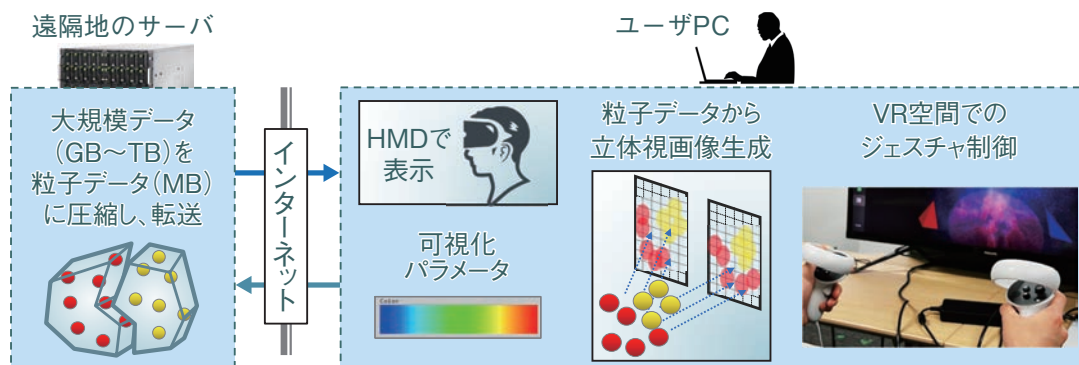


図1 遠隔 VR 可視化ソフトウェア VR-PBVR の構成

VR-PBVR は遠隔地のサーバとユーザ PC の間で粒子データや可視化パラメータを通信し、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いて VR 空間で大規模データを可視化します。コントローラによるジェスチャ操作で VR 空間の可視化データを操作できます。



図2 実験機材

使用した HMD (MetaQuest2) とコントローラです。



図3 VR-PBVR の利用事例

VR-PBVR を使用して熱流動解析結果 (約 3300 万要素) を可視化しています。

スーパーコンピュータ (スパコン) 上の大規模で複雑な原子力シミュレーション結果を直感的に理解する上で仮想現実 (VR) を用いた可視化 (VR 可視化) が有効です。ヘッドマウントディスプレイ (HMD) (図2) はセンサーで頭部の動きを追跡 (ヘッドトラッキング) することで、没入感のある立体視を実現します。ヘッドトラッキングには画像の更新が伴うため、60 フレーム毎秒 (FPS) 以上での画像生成が必要です。しかしながら、従来手法は 3 次元データを全てポリゴンと呼ばれる可視化要素に変換するため、可視化用データが元データに匹敵するほど大きくなり、HMD に必要な 60FPS を超えることが困難でした。

粒子ベースボリュームレンダリング (PBVR) という可視化手法は 3 次元データを可視化用の粒子データに変換し、画面に投影して可視化します (図1)。これに必要な粒子数は画面解像度程度となり、 1024^2 ピクセルで数百万粒子 (約 100 メガバイト) となるため、計算データに対して可視化用データが大幅に圧縮されて高速なデータ転送や可視化処理が可能です。私たちはこれまでに、この特長を活かしてクライアント・サーバ型 (CS) の遠隔可視化ソフトウェア CS-PBVR を開発し、上記の課題を解決しました。

本研究では CS-PBVR を HMD 向けに拡張した VR-

PBVR を開発し (図1)、従来手法では困難だった大規模データの遠隔 VR 可視化を実現しました。ディスプレイ上の可視化と異なり、HMD では視点がヘッドトラッキングで変化し続けます。このため、視点変化を計算し常時更新するように HMD 向けの処理系を構築し、さらに PC 上で高速に両眼画像を生成する機能を実装しました。また、従来のマウス操作に替えて、コントローラによるジェスチャ制御機能を開発することで、VR 空間内において両手で可視化データを把持し動かす機能を実装しました。これにより、VR 空間で PBVR を利用できるようになりました。

VR-PBVR をスパコン上の約 3300 万要素の熱流動解析データに適用しました (図3)。従来の可視化ソフトウェアでは 1FPS 以下の描画速度でしたが、VR-PBVR では 90FPS 以上を達成し、HMD によるスムーズな VR 可視化が可能となりました。VR-PBVR を活用することで、今後、大規模な原子力シミュレーションから生成される 3 次元時系列データの理解が進むと期待されます。

本研究は、日本学術振興会科学研究費基盤研究 (C) (JP20K11844) 「大規模分散 GPGPU シミュレーションの対話的 In-Situ 可視化」の助成を受けたものです。

(河村 拓馬)

●参考文献

Kawamura, T. et al., VR Extension of Client Server Type Particle-Based Volume Visualization Application, Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering, vol.10, issue 1, 2023, p.31-39.