

大規模数値解析結果の 先端可視化技術の開発

東京工業大学
大学院情報理工学研究科
廣瀬壮一

はじめに

- 地理情報データと地震応答解析手法を組み合わせた広域震災シミュレーションにより、地盤や構造物の特性を反映した地震被害想定を行うことが可能となりつつある
- 広域震災シミュレーションでは、都市を構成する構造物群の時系列応答を解析するため、従来の地震想定手法と比べて、出力結果が大規模となる
- これらの出力を意思決定に使うには、大規模データの効果的な可視化が重要となる

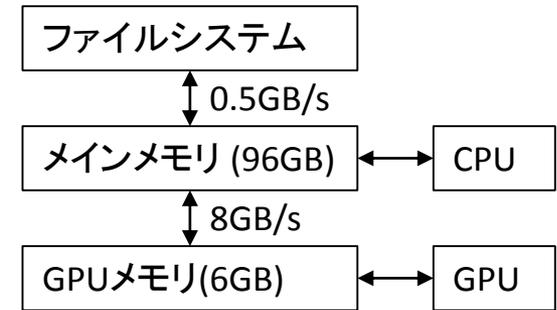
広域震災シミュレーションの可視化

- 広域震災シミュレーションの結果
 - 構造物群の時系列変位応答
- 広域震災シミュレーションで必要とされる可視化
 - マルチスケール可視化
 - 都市レベルの広域から、構造物毎の詳細な応答まで、シームレスに把握
 - 時系列データのインタラクティブ可視化※
 - 注目する構造物の応答を視点を変えながら再生、巻き戻し、再度再生するなど

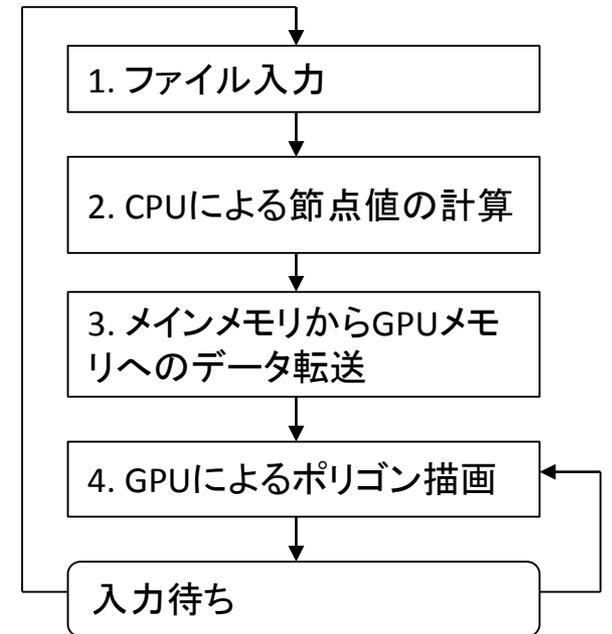
(※インタラクティブ可視化:結果を見ながらマウスを使って回転・拡大縮小作業を行うなど、可視化ソフトウェアを使って相互対話的に作業を進める可視化)

従来の可視化方法

- GPUを搭載したワークステーションを使って可視化
 - ファイルシステム, メインメモリ, CPU, GPUメモリ, GPUからなる
- 以下を順次行うことで可視化
 - 1. ファイル読み込み
 - 2. CPUによる節点値の計算
 - 3. メインメモリからGPUメモリへのデータ転送
 - 4. GPUによるポリゴンの描画
- 視点を変更する際には4.のみ再計算すればよい
 - 高性能GPUにより4.は高速に計算できる
 - ➡静的データはインタラクティブに可視化できる
- 以上の方法で時系列データを可視化する場合
 - 1.~4.をタイムステップ数分繰り返す必要がある
 - ➡時系列データのインタラクティブ可視化は実用的でない



GPU搭載ワークステーション



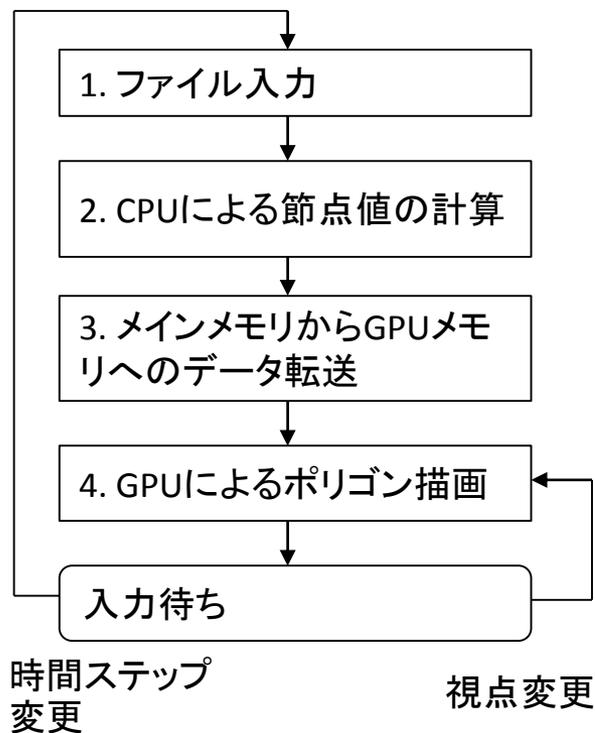
時間ステップ
変更

視点変更

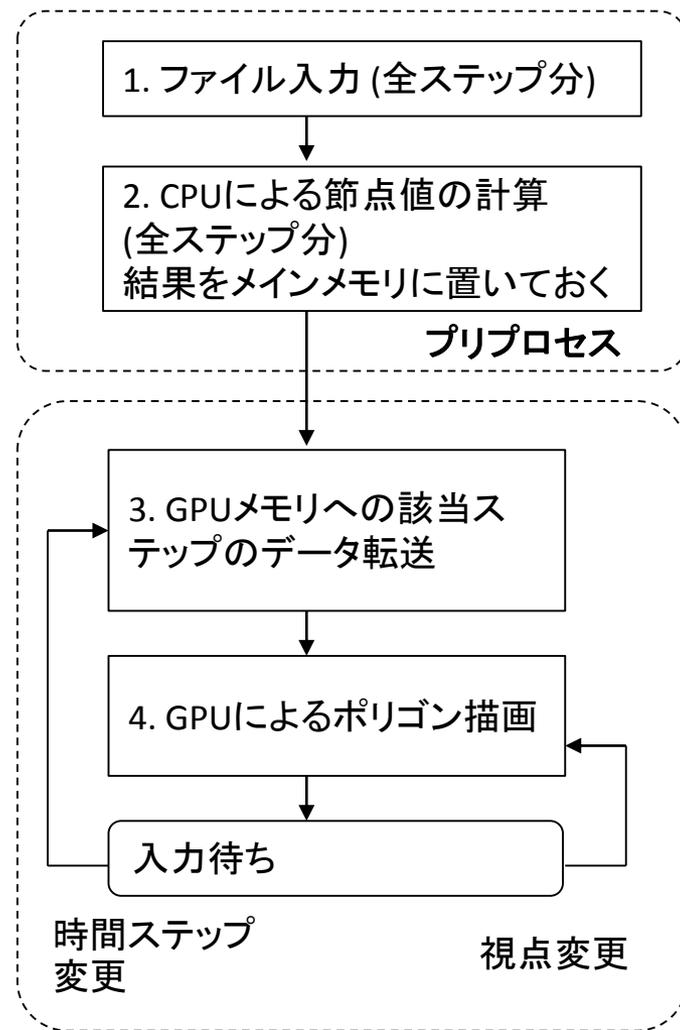
従来の可視化手法

提案可視化手法(1)

- インタラクティブ可視化の前にはできるものは事前に行っておく
 - 1., 2.を事前に全タイムステップ分行い, 結果をメインメモリに置いておく
 - インタラクティブ可視化中には3., 4.のみで画像を描画できるため, 高速に時系列データを可視化できる



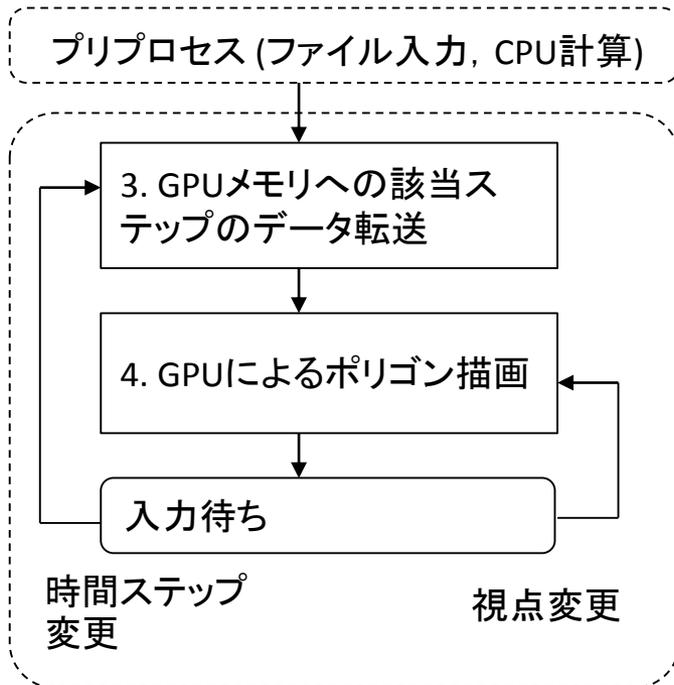
従来の可視化手法



提案可視化手法

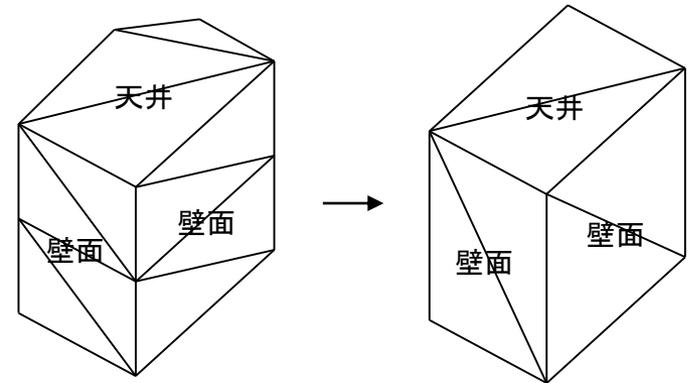
提案可視化手法(2)

- さらに、視点にあわせてポリゴン数を減らすことで、3., 4.を高速化
 - 視点から遠い構造物は簡易モデルを使って描画(multi-resolution rendering)
 - 領域をタイルに分割し、画面内に映るタイルのみ描画 (selective rendering)



提案可視化手法

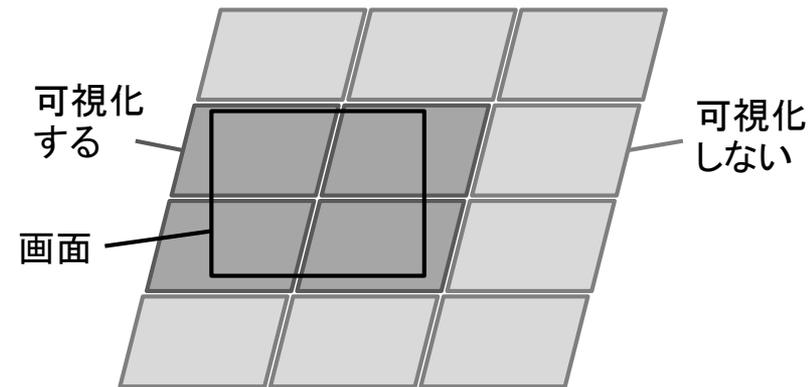
Multi-resolution rendering



詳細モデル
(オリジナル)

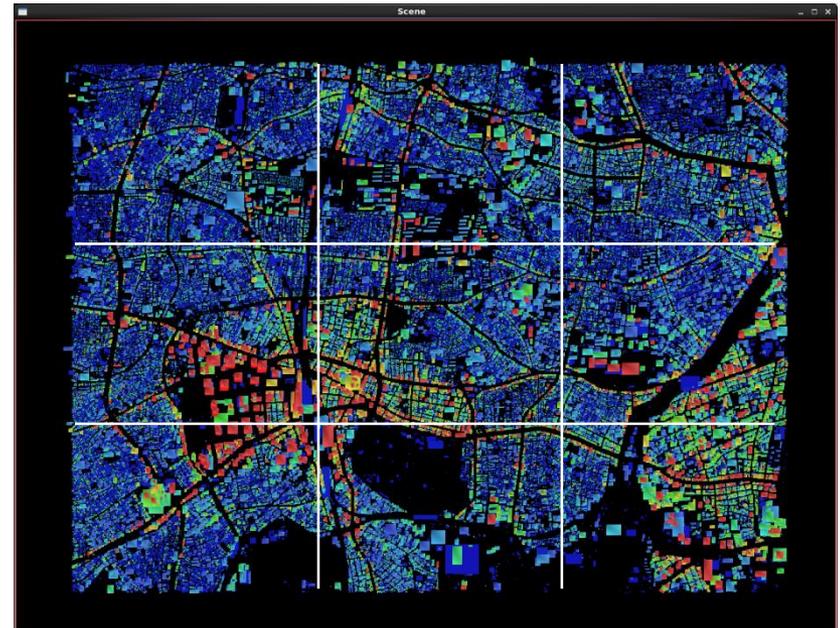
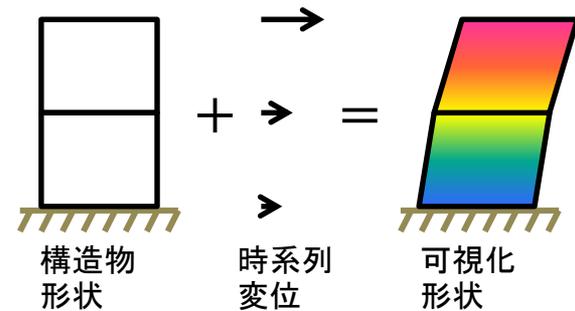
簡易モデル

Selective rendering



適用例

- 大きさ6.0 x 4.5km, 約10万棟からなる領域の可視化
 - 色は変位を表す
 - 変位を使って構造物形状を変更して表示
- モデルサイズ
 - 詳細モデル
 - 2,350,064 nodes, 3,823,024 polygons
 - 簡易モデル
 - 639,788 nodes, 649,924 polygons
 - それぞれ9つのタイルに分割
- GPU搭載ワークステーションを使用
 - Intel Xeon X5690 x 2, 96GB DDR3メモリ, Nvidia Quadro 6000 GPU

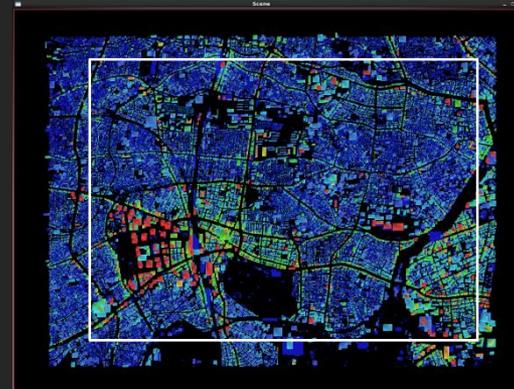




i) 広域可視化(簡易モデル)



i') 時間ステップ進行(約30fps)



i'') 時間ステップ進行(約30fps)



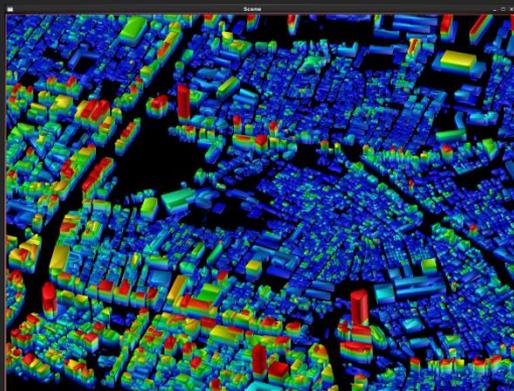
ii) ズーム(簡易モデル)



iii) 詳細モデルへの自動切り替え



iv) ズーム(詳細モデル)



v) 回転 (詳細モデル)



v') 時間ステップ進行(約60fps)



v'') 時間ステップ進行(約60fps)

まとめ

- 広域震災シミュレーションにより得られる結果を解釈するには、時系列データのインタラクティブ可視化が必要
 - 従来手法だと静的データのインタラクティブ可視化は可能だが、動的データのインタラクティブ可視化には静的データの可視化 \times ステップ数の時間がかかり、実用的でない
- 本研究では、広域震災シミュレーション結果の時系列データのインタラクティブ可視化手法を開発
 - 10万棟程度の問題の時系列インタラクティブ可視化が可能に
 - 都市レベルの広域表示から構造物毎の応答までシームレスに可視化できる

可視化技術開発の今後の予定

- 地名情報表示機能の追加
 - 市町村名のラベル表示
 - 可視化背景への地図画像の張り込み
 - 市町村境界の重ね合わせ

サブプロ③との連携

- 2014年1月6日 会合
 - 変位だけでなく、構造物の損傷の可視化
 - WSではなく、PC上で可視化が可能？
 - 火災シミュレーションへの応用は？

来年度の計画

- 可視化技術の実用性の検討
ユーザからの意見をもとに改善
- 構造物モデルの高度化
建築構造物から社会基盤構造物への拡張
- サブプロ③との連携
火災を含めた、災害対応能力の向上に有効な可視化の方法についての検討を継続