

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11916

研究課題名（和文）点群軽量化手法を用いたUnity可視化フレームワークとARアプリケーションの開発

研究課題名（英文）Development of Visualization framework and AR Application on Unity with point data reduction technique

研究代表者

宮地 英生（MIYACHI, HIDEO）

東京都市大学・メディア情報学部・教授

研究者番号：00501727

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：可視化マッピング手法をUnityで動作する可視化フレームワークVisAssets上に実装しフリーソフトとして公開した。汎用性を高める非構造格子機能、VR・AR可視化機能、および、情報可視化機能を追加した。非構造格子の実装は四面体要素の災害用データで確認した。VR/AR可視化は大阪湾の時系列データを用い、潮汐の周期に応じて潮流が変化の様子を没入した状態でパラメータを操作しながら観察できることを確認した。情報可視化の具体例として平安京ビューを実装した。ベンチマークでは、理論通りに、提案手法は小規模なデータではオーバーヘッドにより従来手法より遅いが、1億点を超えるデータで速くなることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スーパーコンピュータを用いる大規模シミュレーションの可視化では、数値データをディスクに出力せず、可視化した画像をディスクに出力するin-Situ可視化が使われる。このとき大量の可視化画像生成処理を生じるので、提案手法はその処理を高速にする。したがって、学術的には最先端シミュレーションの分析処理の高速化に貢献する。社会的には、開発コードをフリーで公開しており、既に企業での利用例がある。

研究成果の概要（英文）：The visualization mapping method we proposed was implemented on a visualization framework running on Unity: VisAssets, and released as free software. We added an unstructured visualization functions to increase versatility, VR/AR visualization functions, and information visualization functions. The implementation of the unstructured data was verified using disaster data of tetrahedral elements, and the VR/AR visualization was verified using time series data of Osaka Bay to observe how tidal currents change according to the tidal cycle, while immersing oneself in the data and manipulating parameters. The Heian-kyo view was implemented as an example of information visualization. Benchmarking confirmed that the proposed method is slower than the conventional method for small-scale data due to overhead, but faster for data exceeding 100 million points, along to the theory.

研究分野：情報科学

キーワード：可視化 フレームワーク 大規模可視化 フリーソフトウェア

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

スーパーコンピュータの性能向上は著しく、その出力データは膨大となる。その分析に必須となる可視化システムの性能が追従しない「大規模可視化問題」は、未だ決定的な解決に至っていない。また、2016年のVR元年以降、ヘッドマウントディスプレイを利用したAR表示が普及し、直感的な可視化が技術的には可能になっているものの、汎用的な可視化ソフトウェアが存在しないため、ARを利用した可視化は静的な可視化結果の表示に制限されていた。

### 2. 研究の目的

点群処理を基盤とした点群軽量化可視化手法をゲームエンジン Unity 上に実装し、汎用的な大規模データ向け可視化システムのフレームワークとサンプルアプリケーションの開発を行う。従来の可視化処理の順序ではなく、先に計算点のレンダリング処理（陰面消去）を行い、後から画面に残る画素だけに色付け処理を行う原理に基づいた可視化機能をゲームエンジン Unity 上に実装するとともに、この軽量化処理によりリアルタイム性を必要とする VR や AR で大規模データの可視化を実現することが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

#### (1) 提案可視化手順で有効な可視化マッピング手法の開発

新しい提案手法で先に見える場所だけをレンダリングで抽出するために、マッピング処理を「形状を表す点群生成」と「色付け処理」の2ステップに分離する必要がある。提案手法で有効と考えられるのはスカラー量の可視化と考えられ、それには断面の物理量表示、等値面などが該当する。これらを開発して、実用的な可視化データを処理したときの提案手法の有効性を示す。

#### (2) Unity 可視化フレームワークへの実装

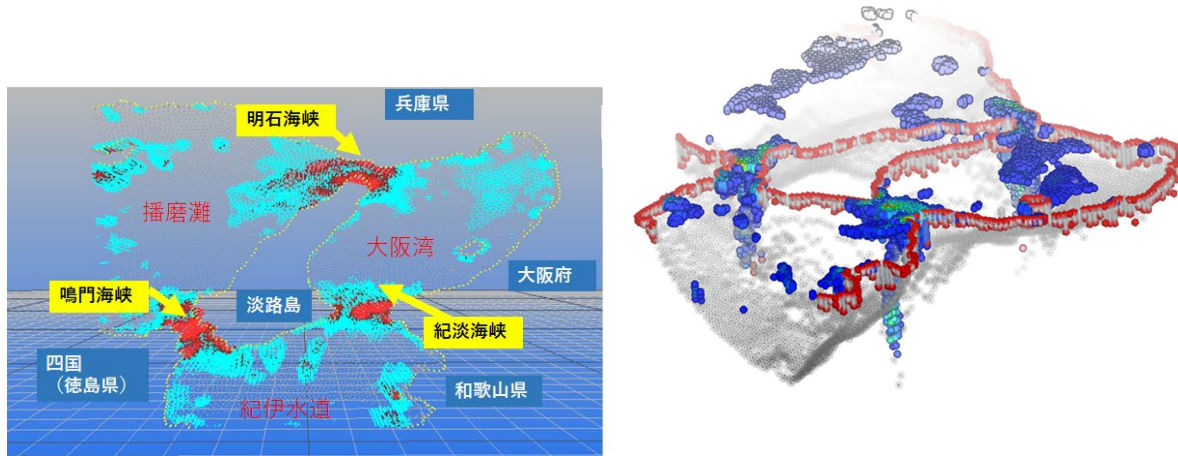
提案手法の適用領域を調査するためには多様な研究領域のデータでの検証が必要である。我々は、既にゲームエンジン Unity 上で動作する可視化フレームワークを開発している。ここに提案する新しい可視化機能を Unity の拡張パッケージとして実装し、汎用的に利用できる環境を構築する。また、学会の研究会などを通して普及活動を実施する。

#### (3) VR・AR を用いたリアルタイム可視化の有効性の検証

現在、可視化結果を幾何データとして静的な状態で VR や AR で観察することは行われている。提案する軽量化可視化システムは、VR・AR 環境内で動的に可視化パラメータの変更が可能となる。これを災害シミュレーションの可視化に適用し、その有効性を検証する。研究代表者、研究分担者の具体的な役割：研究代表者の宮地は、点群軽量化手法を活用した新しいフレームワークの設計と、それに適した可視化手法の検討と実装、効果検証を行う。また、本システムの普及活動を研究開発期間および終了後も継続的に実施する。分担研究者の川原は、Unity 上のフレームワークの改良、および、宮地・榎山が開発する可視化機能の統合を行う。また、JAMSTEC の持つ海洋・気象データを用いて本提案の有効性を検証する。分担研究者の榎山は、災害シミュレーションの結果（非構造格子）に対応する可視化システムの開発、と災害向け AR アプリケーションの設計と開発を行う。また、大規模機能を統合した最終アプリケーションの有効性の検証を担当する。

### 4. 研究成果

我々が提案する可視化マッピング手法を Unity で動作する可視化フレームワーク：VisAssets 上で動作するようワークフローを設計し実装した。ここでは、汎用性を高めるために、非構造格子のデータを処理するための機能、VR・AR 環境での可視化機能、および、情報可視化用のワークフローを追加した。非構造格子の実装は、4 面体要素の災害用データを用い確認した。VR/AR 可視化は、大阪湾の時系列データを用い潮汐の周期に応じて潮流が変化の様子を、その内部に没入した状態でパラメータを操作しながら観察できることを確認した（図 1 参照）。情報可視化の具体例は平安京ビューを実装した。ベンチマークでは、理論通りに、提案手法は小規模なデータではオーバーヘッドにより従来手法より遅くなるが、1 億点を超えるデータで速くなることを確認した。



左) 上空からのビュー (潮汐 1 周期の変化量積分値) 右) VR 環境での 1 ステップの可視化例

図 1 大阪湾の時系列潮流データの可視化

本研究で開発したソフトウェアは可視化フレームワークに組み込み、フリーソフトウェアとして Git で公開中である。公開ソフトの普及のために可視化情報学会、日本シミュレーション学会のイベントでチュートリアルを実施した。この普及活動は、今後も継続的に実施する予定である。また、最終年度には、民間企業に利用され可視化ビジネスに活用された。同社とは研究開発期間終了後も継続的に共同で開発している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 川原慎太郎、宮地英生、伊藤貴之、田中覚、櫻山和男
2. 発表標題 ゲームエンジン用可視化フレームワークVisAssetsの開発
3. 学会等名 第28回計算工学講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hideo Miyachi, Shintaro Kawahara, Kazuo Kashiyama
2. 発表標題 Benchmark results for point cloud isosurfaces implemented on VisAssets
3. 学会等名 The 42nd JSST Annual International Conference on Simulation Technology(JSST2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川原慎太郎
2. 発表標題 大阪湾の大規模海洋シミュレーションに基づく3次元渦分布の可視化 ~VR機器を用いた可視化編~
3. 学会等名 「新生」第17回金沢コンピュータグラフィックス談話会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河原隼斗、宮地英生、川原慎太郎、有田さとる、中田聡史、長谷川恭子、李亮、田中覚
2. 発表標題 Unityを用いた大阪湾渦分布のVR可視化
3. 学会等名 先進的可視化技術とデータ科学の融合による可視化解析の研究会 (VR2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮地英生、川原慎太郎、樫山和男
2. 発表標題 Unity 上の可視化フレームワーク : VisAssets の非構造化データへの拡張
3. 学会等名 第36回数値流体力学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川原慎太郎、宮地英生、伊藤貴之、田中覚、樫山和男
2. 発表標題 Unity用可視化フレームワークVisAssetsの開発状況について
3. 学会等名 2022年度核融合科学研究所一般共同研究(研究会) 先進的可視化環境とデータ科学を用いた可視化解析の研究会 (VR2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川原慎太郎、宮地英生、大谷寛明
2. 発表標題 ゲームエンジン用汎用可視化フレームワークの開発
3. 学会等名 可視化情報シンポジウム2023
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川原慎太郎
2. 発表標題 Unity用可視化フレームワークVisAssetを用いた可視化アプリケーション開発
3. 学会等名 第5回ビジュアルリゼーションワークショップ(チュートリアル)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sintaro Kawahara
2. 発表標題 VisAssets: A Visualizaiton framework for Unity (チュートリアル講演)
3. 学会等名 JSST2022 (The 41st JSST Annual International Conference on Simulation Technology) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮地英生、川原慎太郎、伊藤貴之
2. 発表標題 Unity上での情報可視化フレームワークの開発
3. 学会等名 可視化情報シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮地英生、川原慎太郎、榎山和男
2. 発表標題 大規模データ可視化システムのUnity上への実装
3. 学会等名 第35階数値流体シンポジウム
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	榎山 和男  (Kazuo Kashiya)  (10194721)	中央大学・理工学部・教授    (32641)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	川原 慎太郎  (Sintaro Kawahara)  (60415982)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門 (情報エンジニアリングプログラム)・副主任研究員     (82706)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関