

VR 技術に基づく防災教育のための津波避難体験システムの構築

中央大学大学院 学生員 ○ 王 博
中央大学 学生員 須藤 瑞輝
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

地震や津波などの大規模な災害の防災・減災対策として、従来はハード対策が重要視されていたが、東日本大震災を契機としてハード対策には限界があることが明らかとなり、防災教育などのソフト対策が注目されている。

近年、バーチャルリアリティ (VR) 技術が各種の防災教育・訓練等に活用されており、著者の研究室においても、住民の防災意識向上の促進を目的としたインタラクティブな VR 津波体験システム¹⁾の構築を行ってきた。先行研究のシステムでは都市・地域モデル及び津波解析結果を統合し、VR 空間における任意視点から津波遡上を体験することを実現したが、津波解析結果や都市・地域を再現するための 3D モデルの品質が十分ではないことが課題として挙げられていた。

そこで、本研究ではこの課題を解決するために、津波モデル及び都市・地域モデルの 3D モデルの品質の改善を行うとともに、インタラクション機能を実装した防災教育のための津波体験システムの構築を行った。

2. 開発環境

(1) ハードウェア

本システムでは、図-1 に示すコンピュータ接続可能な VR デバイス (Oculus quest 2) を用いる。コンピュータで描画処理を行うことで、インタラクティブかつ高品質なレンダリングが可能となる。また、使用したコンピュータ環境における CPU と GPU がそれぞれ Intel core i7-8700(3.2GHz) 及び Nvidia Geforce RTX 2070 を用いた。

(2) ソフトウェア

システムの開発には、統合開発環境内蔵のゲームエンジン Unity(2020.3.1f1) を用いた。各プログラムは主に C# で記述し、津波遡上表現制御プログラムには一部 HLSL で記述した。また、解析結果可視化するには科学データ可視化ライブラリー VTK を用い、VR におけるインタラクション機能を実装するためにクロスプラットフォームな MR 開発ツールキットである MRTK v2.61 を用いた。

3. 本システムの概要

本システムのフローチャットを図-2 に示す。本システムは津波解析結果の導入、都市・地域モデルの導入、インタラクティブな VR 可視化から構成されている。

(1) 津波モデルの導入

本研究では任意形状への適合性に優れる三角形要素を用いた有限要素法による津波解析手法²⁾を用いる。津波の初期条件としては、中央防災会議が策定した断層モデル 4 から算出された水位変動量を用いている。

各要素の節点情報、結合情報及び波高値を含めた津波解



図-1 VR デバイス

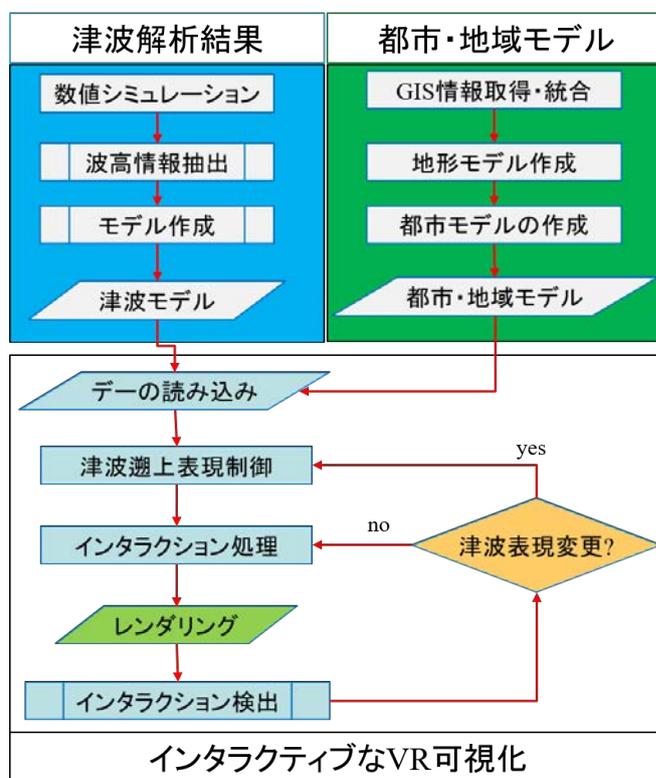


図-2 フローチャート

析結果をそのままリアルタイムレンダリングに使用すると、読み込みデータ量の膨大による描画遅延が発生し、VR 酔いを引き起こす要因となる。

そこで、本研究では VTK を用いて各時間ステップの波高情報の抽出や正規化を行い、それをを用いて津波モデルの作成・導入を行った。これにより、波高情報のみを動的に読み込み・更新することで津波の遡上を表現可能となり、読み込みデータ量が軽減され、描画遅延が軽減される。

また、水の質感を表現するために、水の表面反射、フレネル反射及び白波を表現できるシェーダーを作成して適用し

キーワード： VR, 津波, インタラクション, 津波解析, 防災

連絡先： 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 E-mail: a15.twnn@chuo-u.ac.jp



図-3 津波モデル



図-5 避難場所付近からの津波の可視化



図-4 都市・地域モデルの実際との比較

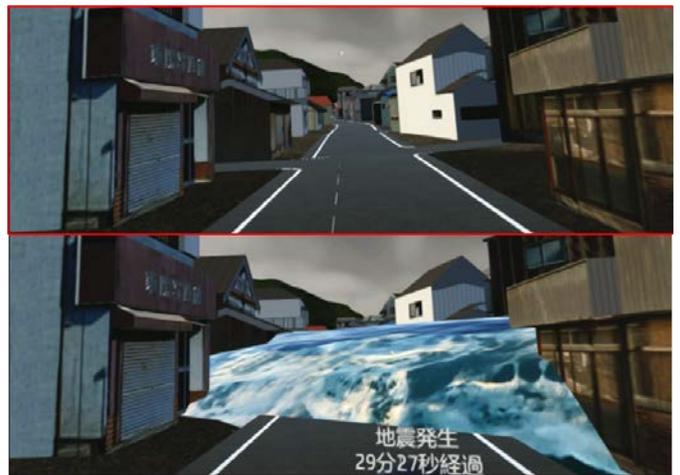


図-6 避難経路上からの津波の可視化

た。図-3に津波モデルのCGを示す。

(2) 都市・地域モデルの導入

VR空間において対象地域を再現するために、国土地理院や農林水産省から取得した地理空間情報を用いて都市・地域モデルの作成及び導入を行った。都市・地域モデルを作成する際には、領域を大領域、中領域、小領域に分けて異なる手法³⁾を用いた。図-4に、作成した都市・地域モデルの実際との比較を示す。

(3) インタラクティブなVR可視化

システムの使用性を向上させるため、インタラクティブなVRレンダリングの実現や、都市・地域モデル内を自由に移動できる機能の実装を行った。また、津波モデルの遡上速度を変更する制御機能を導入した。

4. 適用例

本システムの有用性を検討するため、高知県中土佐町の久礼地区を対象地域として、南海トラフ地震による津波を想定した解析結果に本システムを適用した。

本システムによる可視化結果を図-5、図-6に示す。また、図-7に先行研究システムによる可視化結果との比較を示す。図より、本システムは従来システムに比べて、津波モデル及び都市・地域モデルの品質が改善していることが分かる。

5. おわりに

本研究では、防災意識の向上に資するVR技術に基づく津波避難体験システムの構築を行った。

キーワード：VR、津波、インタラクション、津波解析、防災



図-7 従来システムとの比較

今後は、本システムの防災教育効果に対する検証・評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 王博, 榎山和男: 防災教育のためのインタラクティブなVR津波体験システムの構築, 土木学会第74回年次学術講演会講演概要集, 2020.
- 2) 利根川大介, 榎山和男: 安定化有限要素法による非線形分散波理論に基づいた津波遡上解析手法の構築研究, 応用力学論文集12, 2009, pp. 127-134 土木学会.
- 3) 須藤瑞輝, 榎山和男: GIS/CAD/ドローンを用いた高精度地域モデルの構築手法に関する研究, 第46回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集, 2019.