

防災教育のための VR津波疑似体験システムの構築

M2 王 博

a15.twnn@g.chou-u.ac.jp

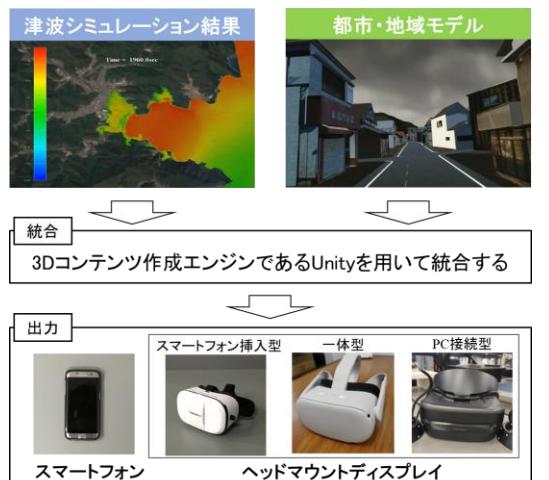
研究背景・目的

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VR津波疑似体験システム¹⁾の構築を行い、ハザードマップにはない臨場感を体験できる防災教育コンテンツとしての有用性を確かめる他、操作性及びCGモデル品質等の向上が防災意識の向上に寄与する可能性があることを認識した。

本研究では、従来の津波疑似体験システム¹⁾の臨場感のさらなる向上を目的として、各CGモデルの品質改善を行うとともに、インタラクション機能を実装し、解析結果に基づいた津波遡上の様子体験可能なVR津波体験システムの作成を行った。

システム概要

対象地域の住民の防災意識の向上を促進するための津波体験システムとして、物理モデルに基づく津波シミュレーションを実施した上で、実際の都市・地域を充実に再現しました。そして、それらを統合し、VR技術を用いて立体表示することで、津波災害を疑似体験可能なシステムの構築を行った。



開発環境(ハードウェア・ソフトウェア)

- デバイス:スマートフォン・各種HMD
- コンピューター環境(メインスペック):
 - CPU:Intel Core i7-8700 (3.2GHz)
 - GPU:Nvidia Geforce RTX 2070
- エンジン:Unity (2020.3)
- プログラミング言語:C#, Python, HLSL
- ライブラリー:VTK, MRTK

津波モデル

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。

支配方程式：浅水長波方程式

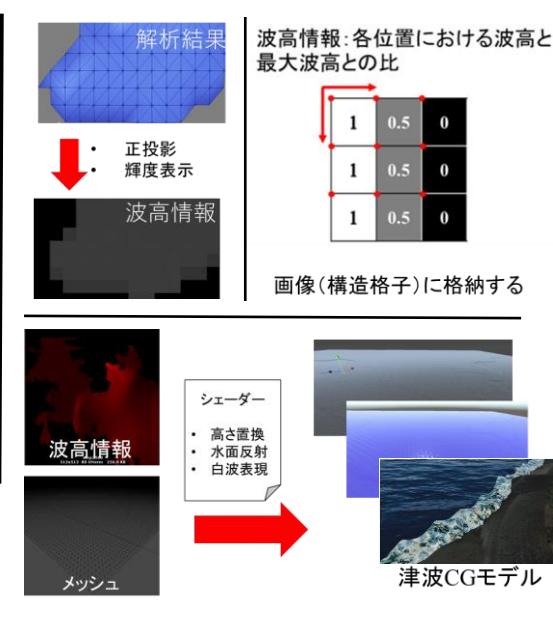
$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \mathbf{A}_t \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\mathbf{N}_{ij} \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x_j} \right) = \mathbf{R} - \mathbf{GU}$$

U : 未知ベクトル
A_t : 移流項
N_{ij} : 拡散項
R : 勾配ベクトル
G : 摩擦項

初期条件

津波断層モデルケース4 の断層パラメータを利用
(四国沖に大すべり域を設定した)
(中央防災会議ウェブページより)

解析結果から各時間ステップの波高情報の抽出や正規化を行い、それを用いて津波モデルの作成を行った。



都市・地域モデル

モデリング領域を分けて、それぞれに対して適切な手法³⁾を用いて作成を行った。

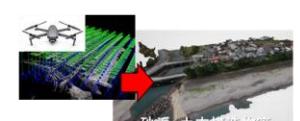
低解像度領域（大領域）

解析用地形メッシュから抽出した高さ情報を用いて作成する



中解像度領域（中領域）

ドローン/SfM、公開された地理空間情報を用いて3Dモデルを作成する



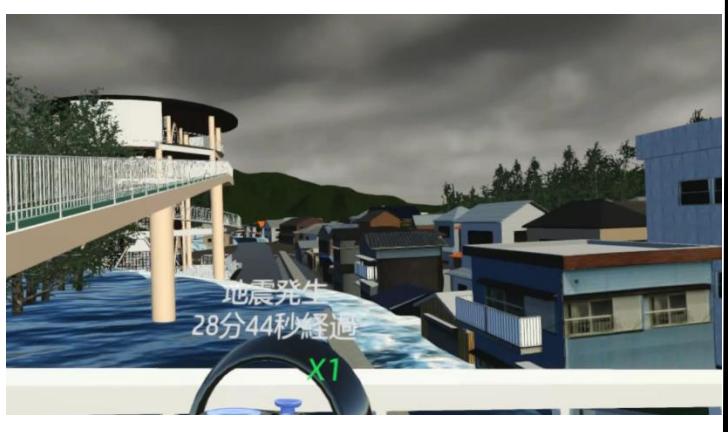
高解像度領域（小領域）

図面または写真を参考しCADにより作成する



統合及びVR可視化

Unityで津波モデルと都市モデルの統合を行った後、VRレンダリングやインタラクション機能を実装することで、任意視点で津波の遡上を確認することやインタラクション機能を利用した津波避難体験(左図)が可能となる。また、全天球動画(右図)を作成・適用することで、コンピューター環境に依存しない、手軽くも臨場感のあるVR津波体験が可能となる。



結論

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。本システムの利用により、防災意識の向上が期待できる。

今後の課題

本システムを防災教育に適用することによりシステムの有効性に対する検証・評価を行う予定である。

参考文献

- 植野雄貴ら:防災教育のためのVR技術を用いた津波の疑似体験システムの構築に関する研究、土木情報学シンポジウム講演集、2019。
- 利根川大介ら: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、2009。
- 須藤瑞輝ら:高精度かつ簡便な都市モデルの作成手法の構築に関する研究、第48回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集、2019。