

VR 津波体験システムのための高品質な 3D モデルの作成手法

中央大学大学院 学生員 ○ 王 博
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、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も重要視されている。

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、著者の研究室での先行研究において、スマートフォンで閲覧可能な全天球動画に着目した VR 津波避難体験システム¹⁾が構築され、従来のハザードマップなどの方法より直観的で伝わりやすく、教育効果があることが確認されている。また、教育効果の向上が期待できるよう、インタラクティブな VR 津波体験システム²⁾の構築を行い、津波表現の現実感を向上させ、任意視点から津波の遡上を体験することが可能となった。

しかし、構築したシステムには、従来の手法³⁾で構築した都市・地域モデルをそのまま使用したため、以下の問題点が発生した。

- 1) 地形モデルには、テクスチャーとして衛星写真をそのまま利用したため、解像度が低下する。また、津波モデルと重ね合わせる際にずれが発生する。
- 2) 構造物モデルとして、使用した道路及び水部構造物のモデルが現実の状況を反映できない。
- 3) 建築物モデルには、ポリゴン数の多い建築物モデルをランダムに配置したため、位置が合わず、また VR レンダリングする際には、フレームレートが必要となる 90fps 以下に低下する。
- 4) 津波モデルを色のみでの表現したため、VR 体験の没入感と現実感が欠ける

本研究では、上述した課題を解決するために、VR 津波体験システムに適した高品質な都市・地域モデル及び津波モデルの作成を行った。

2. 3D モデル作成手法

本研究のフローチャートを図-2 に示す。現実にある都市・地域を再現するために、地理空間情報を用いて各モデルを作成した。また、津波モデルの高品質化については、水表現が可能なシェーダーを作成して適用した。

(1) ソフトウェア環境

ソフトウェア環境として、地理空間情報を統合・処理するために ArcGIS Pro を用いた。また、Infraworks 及び CityEngine でモデリングを行い、一部統合開発環境 Unity の機能を利用する。なお、ドローン写真を処理するために Pix4D mapper を用いた。

その他の SDK やパッケージについては、各節で説明する。

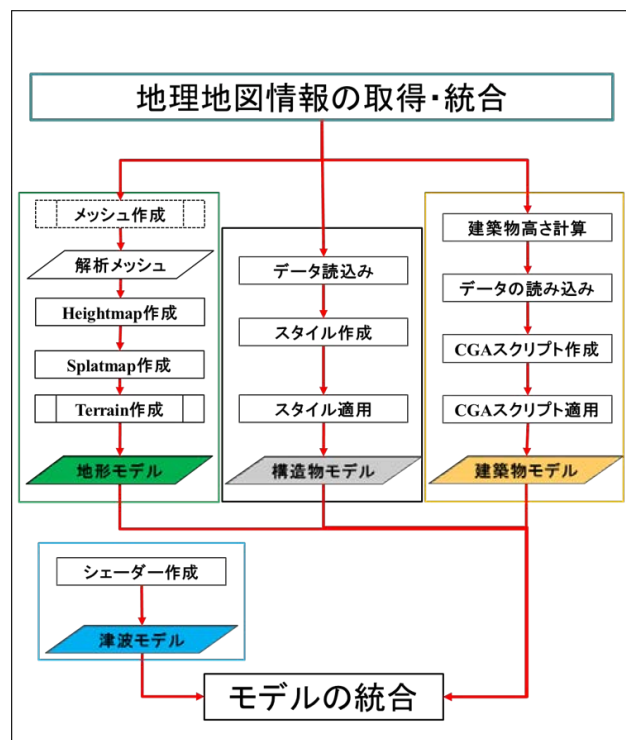


図-1 フローチャット



図-2 地理地図情報

(2) GIS 情報の取得・統合

地理空間情報として、国土地理院から取得した基盤地図情報及び数値地図を利用した。また、農地データとして、「筆ポリゴンデータ」(農林水産省)を用いた。なお、本研究では建物の高さを取得するために、ドローン写真から数値表層モデルを作成した利用した。

図-2に示すように、農地、鉄道・道路、水部構造物、建築物などの地理空間情報を ArcGIS Pro で統合を行った。また、各ソフトウェアに効率的に導入するため、ArcGIS Online にアップロードして利用し、数値標高モデル (DEM) 及び数値表層モデル (DSM) は tiff データに書き出して利用した。

KeyWords : モデリング, GIS, VR, 津波, 防災,

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1815 E-mail : a15.twinn@g.chuo-u.ac.jp

(3) 地形モデルの作成

本研究では、Unity 内 Terrain システムを用いて地形モデルを作成する。Terrain を作成するには、標高データを保持する Heightmap と、テクスチャーの適用場所を示す Splatmap が必要となる。

図-3 に示すように、津波モデルとの適合性を改善するために、科学データ可視化ライブラリー VTK(Visualization Toolkit) を用いて、津波解析用地形メッシュから標高データの抽出を行って Heightmap を作成した。また、標高に応じて都市モデルを山、都市部、沿岸部に分類した Splatmap を作成し、それらを Terrain システムに導入して地形モデルを作成した。また、Terrain の高品質化を行うために、Asset store から取得した CTS(Complete Terrain Shader) 及び Meadow Environment Dynamic Nature のアセットパッケージを利用した。

(4) 構造物モデルの作成

図-3 に示すように、道路・鉄道また水部構造物のモデルを Infraworks を用いて作成した。ArcGIS Online にアップロードされた地理空間情報を Infraworks に導入した後に、スタイルの設定を行い、モデリングを行った。道路・鉄道については、それぞれ橋部、通常部、トンネル部ごとにスタイルを作成し、水部構造物については透過水制と防波堤のスタイルを作成した。効率的にスタイルを適用するために、Infraworks のスタイルルール機能を用いて、地理空間情報に記載された区分に応じてスタイルを自動的に適用させた。

農地など形状が単純なモデルも以上の方法で作成した。

(5) 建築物モデルの作成

建築物モデルを CityEngine を作成するために、CityEngine では、CGA スクリプトに記述された仕様に基づいて、ポリゴンデータを建築物モデルに変換する機能を持ち、建築物モデルを効率的作成できる。また、作成した建築物モデルのポリゴン数が少いため、図-5 に示すように、VR 可視化の際にも必要となる 90fps に到達できた。

屋根の形状や建物の高さ等の属性を CGA スクリプトで定義して適用した。その際、ArcGIS を用いて各建物の代表点における DSM と DEM の値を抽出し、その差値を建築物高さ情報として用いた。

(6) 津波モデルの作成

津波モデルの高品質化を行うために、Terrain システムに適用できるシェーダーを作成した。Unity の Shader Graph 機能で、水の表面反射及びフレネル反射を表現できるシェーダーコードを作成し、Unity に組み込まれた Terrain シェーダーに対応した部分に入れ替えることで、より現実感がある津波モデルが作成できた。

なお、津波シミュレーション結果は、当該地域の津波被害が最大となる条件である、中央防災会議が提供している断層モデル 4 から算出された水変動量を用いたものである。

3. 各モデルの統合

図-6 に示すように、各モデルを fbx 形式で書き出して、Unity に統合した。

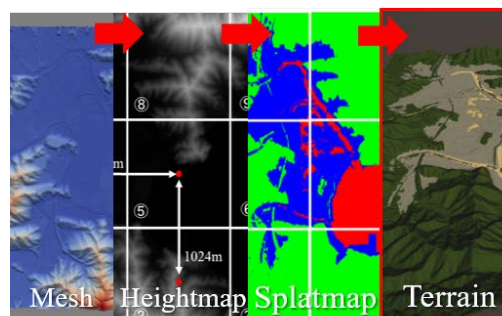


図-3 地形モデルの作成

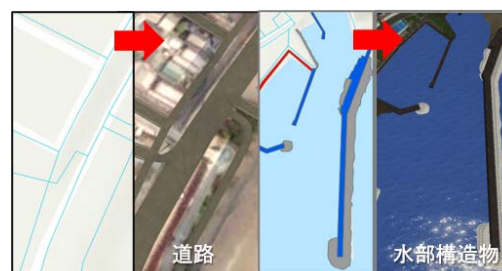


図-4 構造物モデルの作成



図-5 CityEngine で作成した建築物モデル



図-6 各モデルの統合

4. おわりに

本研究では、VR 津波体験システムに適したより臨場感のある都市・地域モデルと津波モデルを作成した。

今後の課題として、引き続き各モデルの高品質化を行うことが挙げられる。

参考文献

- 1) 植野雄貴, 金澤功樹, 陳詩凌, 近真弥, 大川博史, 檜山和男: 防災教育のための VR 技術を用いた津波とその避難の疑似体験システムの構築に関する研究, 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集, 2019.
- 2) 王博, 檜山和男: 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.
- 3) 陳詩凌, 金澤功樹, 植野雄貴, 大川博史, 檜山和男: 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.