

高精度 3次元モデルによる VR 体験防災支援システム

中央大学 正会員 ○檜山 和男
株式会社エイト日本技術開発 正会員 大川 博史
中央大学 正会員 野坂 創一

1. はじめに

近年多発する大規模災害に対し、現象の正しい理解と防災意識の向上は災害対策にとって非常に重要である。各種の防災・環境シミュレーションの可視化手法の一つである VR (Virtual Reality) 技術は、専門的な知識を有していない人でも実現象を疑似体験することにより理解が高まるといった利点がある。また、VR の精度向上は現象理解の向上には必要不可欠であり、VR の精度向上には高精度な 3 次元地形/都市モデリングの寄与が大きい。

本研究では、UAV(ドローン)による空撮画像から SfM/MVS 技術を用いた高精度な防災支援 VR を実現すること目標とする。また、VR 表現の媒体として、スマートフォンおよびトラッキング型のヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いることにより、より手軽かつ高精度に現実空間を再現した。

2. 開発環境

(1) ハードウェア

本システムでは、空撮画像から 3 次元都市/地形モデルを作成した。空撮に使用した UAV を以下に示す。



○諸元
機種：Phantom 4 Pro
画素数：2000 万画素
撮影(対地)高度：80m

図-1. 使用機種

また、VR の表示にはスマートフォンおよび HMD を使用した。スマートフォン単体で VR 可視化を行えるが、図-2:左に示すような簡易なスマートフォン挿入型 HMD を用いることでより臨場感の高い VR 体験も可能となる。また、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)には Oculus Rift を採用し、PC に接続し既定のセッティングを行うことで、VR 空間内に没入して体験することが可能である。(図-2:右参照)



図-2. ハードウェア(左：スマートフォン挿入型、右：HMD 型)

(2) ソフトウェア

本システムでは、3 次元モデリングのために以下のソフトを使用した。SfM/MVS 処理には、Pix4Dmapper を用い、地形/構造物モデルの統合には、Autodesk InfraWorks を使用した。また VR 表現のために 3D シミュレーションエンジンである Unity₁₎を採用し、これらのソフトを組み合わせることで、高精度なモデル内における津波氾濫等のシミュレーションを体験可能となる。

3. システム概要

本システムは、①UAV を利用した対象空間の撮影、②3 次元都市/地形モデルの作成、③津波シミュレーション結果の読み込み、④全天球動画の作成で構成されている。以下に詳細を記述する。

① UAV を利用した対象空間の撮影

3 次元モデリングを行うために、UAV を用いて対象空間の撮影を行う。撮影方法は、一定間隔かつカメラを垂直真下に向けて撮影する必要がある。なお、撮影時の対地高度は 80m とし、撮影間隔はオーバーラップ 80%以上とした。飛行ルート例を以下に示す。



図-3. 飛行ルート例

キーワード 津波シミュレーション, VR, バーチャルリアリティ, 防災教育

連絡先 〒700-8617 岡山県岡山市北区津島京町 3-1-21 株式会社エイト日本技術開発 TEL 086-252-8917

② 3次元都市/地形モデルの作成

高精度な3次元モデルを作成するために、UAVで撮影した画像を SfM(Structure from Motion) / MVS(Multi-View Stereo)処理し、更にモデリングソフトを用いて構造物・地形モデルデータを修正した。

なお、SfM/MVS処理にて連続撮影した静止画像から撮影位置を推定し、三次元形状を復元することができる。一方、ランドマークとなるような構造物モデルに関しては、別途詳細に作成する。(図-4:左)

また、地形モデルに関しては公開されているデータ(数値標高5mメッシュ・空中写真等)を用いて別途作成する。作成した各モデルデータはUnityの仮想空間内にインポートし統合した。(図-4:右)



図-4. モデル例 (左: 構造物, 右: 地形+構造物モデル)

③ 津波シミュレーション結果の読み込み

別途計算し任意間隔で出力された津波シミュレーション結果をUnity内へ格納し、連続的に出力した。また、VR体験の臨場感を向上させるために、津波の迫る音を疑似的に再現した。津波の疑似音源は、滝の音の一部を使用し津波の音を再現した。また、作成した音源が津波の遡上に合わせて移動するように、音源の広がりや移動に伴うドップラー効果や音が三次元的に広がるよう機能拡張を行った²⁾。

④ 全天球動画の作成と再生

津波が迫る様子を避難所からの視点で再現したVR映像を避難所毎に作成した。全天球映像はUnityのアセットを用いて作成し、画質及びフレームレートはそれぞれ4K・30FPSに設定した。なお、スマートフォンでの利用を考慮し、動画共有サービス等での利用を可能とした。(図-5参照)

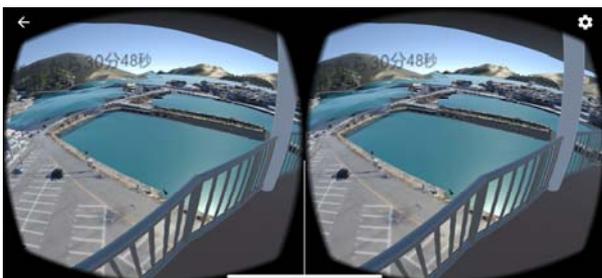


図-5. 全天球動画の再生

4. 適用例

本研究の適用例として高知県中土佐町の久礼地区を対象としてVR技術を用いた津波シミュレーション結果の可視化を行った。対象地域のVR体験による津波災害の防災教育に活用できるようにした。当該地域内の避難者視点をQRコードと共に示すことによりスマートフォンでの利用を容易にした。また、ヘッドマウントディスプレイにおいて、作成したVR空間内をコントローラの操作により任意の場所へ移動することができる。これにより、ニーズに対応した高精度なVR体験が可能となった。(図-6参照)

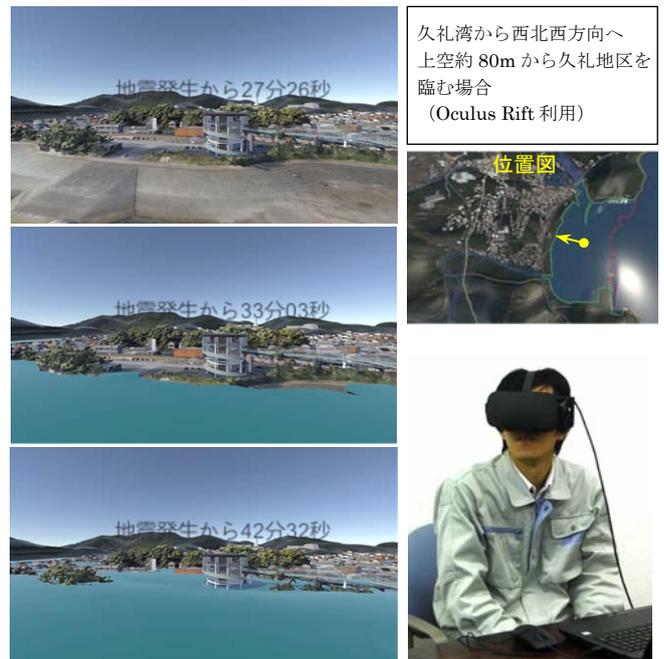


図-6. 任意位置でのVR体験

5. おわりに

本研究では、防災教育の理解向上を目的とし、VR体験システムにUAVを利用した高精度な3次元モデルを導入した。VR体験にスマートフォンおよびヘッドマウントディスプレイを用いることにより、より手軽かつ高精度な仮想現実の体験を可能となった。

今後の課題として、シミュレーション結果の表現方法の更なる高精度化や臨場感の高度化が挙げられる。

1) Jonathan Linowes, UnityによるVRアプリケーション開発, オライリー・ジャパン社, 2016.

2) 川辺赳史, 樫山和男, 宮地英生, 岩塚雄大, 古牧大樹, 西畑剛: 可聴化技術を用いた津波疑似体験システムの構築, 土木学会論文集F3(土木情報学), Vol. 70, No. 2, pp. 235-242, 2014