

## 3次元地図とオブジェクトの動的配置による VR 災害シミュレーションシステム

宮川 祐輔<sup>†</sup> 長尾 確<sup>‡</sup>

名古屋大学 工学部電気電子・情報工学科<sup>†</sup> 名古屋大学 大学院情報科学研究科<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

地震などの災害時にどのようなことが起こるのか把握しておくことは非常に重要なことである。災害をシミュレーションし、体験するために、近年ではVirtual Reality(VR)技術を用いて模擬体験する方法が多く採られている[1]。

この方法では体験環境を予め作成する必要がある、シミュレーションを行うための準備に多くの時間やコストがかかってしまうため、普段の生活環境を対象としたシミュレーションや、家具配置を少し変更した状況を作って行うような多様なシミュレーションは困難であった。

そこで本研究では、3次元地図の利用とオブジェクトの動的配置により、体験環境の仮想化と動的なシミュレーションを可能にしたVR災害シミュレーションシステムを提案する。

### 2. 本研究で用いるHMD

本研究では災害シミュレーションを、Virtual Reality(VR)技術を用いて行う。VRではHMD(Head Mounted Display)を頭に装着することで3Dコンテンツを閲覧するが、本研究ではHTC社とValue社により共同で開発された「HTC Vive」というHMDを使用する。このHMDが従来のものと大きく異なる点は、従来のものが座ったままの使用を想定しているのに対して、この「HTC Vive」は立って歩くことのできるルームスケールVRを想定しているという点である。我々はこのルームスケールVRを活用することによって、仮想空間内でのシミュレーションをより実体験に近いものにしようと考えた。また、このルームスケールVRを最大限生かすために、3DコンテンツをHMDに描画するPCとして、MSI社のバックパック型PCである「VR One」を使用する。これにより、「HTC Vive」の問題点の1つであった、ケーブルを引きずりながらVRをプ

レイしなければならなかったという点を解決し、より仮想空間に没入することが可能となる。図1に本研究でのシステムの利用状態を示す。



図1: システム利用状態

### 3. 3次元地図のVR空間への適用

#### 3.1. 3次元地図の作成手法

本研究では、現実空間の仮想化に3次元地図を用いる。著者らの研究室ではこれまでも、3次元点群を用いた3次元地図を利用した研究が行われてきた[2]。本研究では構造計画研究所の「NavVis」というシステムを利用して現実空間をスキャンし3次元地図を作成する。この「NavVis」は、「M3 Trolley」(図2)を操作し部屋内を移動することで、レーザーレンジファインダーから取得できる座標情報とパノラマ画像から取得できる色情報により点群データを高速かつ容易に作成できる。このシステムによって任意の屋内環境で3次元地図を作成することが容易となる。



図2: M3 Trolley

VR disaster simulation system based on three-dimensional maps and dynamic arrangement of objects

<sup>†</sup>MIYAKAWA, Yusuke([miyakawa@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp](mailto:miyakawa@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp))

<sup>‡</sup>NAGAO, Katashi([nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp](mailto:nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp))

<sup>†</sup>Department of Information Engineering, Nagoya University

<sup>‡</sup>Graduate School of Information Science, Nagoya University

### 3.2. VR 空間への適用

前述のシステムによって作成した3次元地図を基に、Unity Technologies 社が開発を行っているゲームエンジン「Unity」を使用してVRコンテンツを作成した。前述のシステムから出力される点群データを、複数のポリゴンメッシュに分割して「Unity」に取り込む。一般的にポリゴンメッシュは頂点、辺、面などから構成されるが、本研究ではレンダリング速度などの観点から頂点のみの使用とした。図3に本研究でデータ計測を行った部屋の写真と、「Unity」で処理を行った後に表示される点群データの画像を示す。



図3:画像と点群データの比較

## 4. オブジェクトの動的配置

### 4.1. オブジェクトのスキャン

関連研究として、点群データから部屋の形状を認識し、自動的にオブジェクトを切り出す手法によるアプローチが行われている例もある[3]。本研究では、3Dコンテンツの中を実際に歩き、あらゆる方向・距離からオブジェクトを見ることが出来るため、より正確なオブジェクトモデルを作成することが必要であった。また、実際の部屋におけるオブジェクトの配置に関わらず、任意の配置を可能にするという目的があった。そこで我々はOccipital社の「Structure Sensor」を使用し、3次元地図とは別にオブジェクトのモデリングを行った。この「Structure Sensor」はiPadに接続して使用するもの(図4)であり、指定した範囲のオブジェクトをモデリングできる。これを用いて、シミュレーションにて動かしたいもの(机、椅子等)をモデリングした。モデリングして「Unity」で表示させたものを図5として示す。



図4:Structure Sensor  
使用状態



図5:モデリングした  
オブジェクト例(椅子)

### 4.2. コントローラによるオブジェクトの移動

本システムではオブジェクトの動的配置を実現するため、「HTC Vive」付属のコントローラを用いてオブジェクトの移動を可能にした。

「Unity」のRaycastを利用し、コントローラの先から仮想的な線を伸ばして衝突検出を行い、ボタンが押されると検出したオブジェクトを掴む。ボタンが押されている間はオブジェクトをコントローラに合わせて移動させ、ボタンを離すと落下する。これによりユーザーはオブジェクトを任意の位置に配置することができ、様々な状況の部屋を再現することが可能となる。

## 5. 災害シミュレーション

本システムによって作成されるVRコンテンツの利用例として本研究では災害シミュレーションを行った。今回想定するシミュレーションは地震発生時の室内での家具の動きである。部屋全体に地震の揺れに相当する加速度を与え、各オブジェクトは物理法則に基づいてそれぞれ移動するというものである。4章で述べたように、各オブジェクトは動的配置を可能にしてあるため、ユーザーは任意のオブジェクト配置時のシミュレーションを実施することが可能となる。また、VR空間の中に没入した状態で、シミュレーションによるオブジェクトの動きを見ることによって、その配置の問題点や危険性をより詳細に認識することができる。

## 6. まとめ

本研究では、任意の屋内環境について作成された3次元地図と、別途モデリングしたオブジェクトの動的配置により、VR空間に現実の環境を再現し、現実では困難なシミュレーションを行うことを可能にした。今後の課題として、別途モデリングしたオブジェクトの初期配置を、実際の部屋の配置を基に自動的に決定する仕組みなどが挙げられる。また、本システムによって作成されるVRコンテンツのさらなる応用例の開発についても今後の課題の一つである。

## 参考文献

- [1] 中本 涼菜, 吉野 孝, 今西 武: VRを用いた防災教育のための地震体験システムの開発, 情報処理学会関西支部第15回支部大会(2016)
- [2] 尾崎 宏樹, 長尾 確: 写真からの平面抽出とテクスチャマッピングによる屋内3次元地図生成の自動化支援, 情報処理学会第76回全国大会(2014)
- [3] 石井 裕剛, 半田 大樹, 下田 宏: 屋内環境の自動モデル化機能を備えたVR地震体験システムの開発と評価, TVRSJ Vol. 21 No. 2 pp. 345-357(2016)