



MR デバイスを活用した 3D スキャンとシミュレーションソフトの制作と実験

Creation and experimentation of 3D scanning and simulation software using MR devices

江上新 1), 朝比奈和樹 1), 近藤翼 1), 茂木律樹 1), 金秀娥 1)

Arata EGAMI, Kazuki ASAHINA, Tsubasa KONDOU, Ritsuki MOGI, and Sua KIM

1) 東京都立科学技術高等学校科学技術科 (〒136-0072 東京都江東区大島1-2-31)

概要: 本研究は HMD を用いて室内や家具を 3D スキャンし, 家具の耐震性を評価する防災シミュレーションの開発を目的としている. 現実の地震波形を基にマグニチュードを段階的に上げながら揺れを再現しており, ユーザは直感的な操作で家具を配置でき, 重さや摩擦係数などの物理特性も設定できる. 現実の空間に基づいた仮想環境で, 安全度の可視化を実現した.

キーワード: 感覚・知覚, 計測・認識, モデル・計算, MR 地震シミュレーション

1. はじめに

近年, 能登半島地震など大きな地震などの影響から地震など災害に対しての関心が社会全体で高まっており, 自身の対策のためにシミュレーションソフトなどを使おうとしても現在は大規模なもの(街全体の災害シミュレーションや家全体のシミュレーションなど)が多く, 小規模な自分の部屋だけのシミュレーションソフトはなかった. 更に, VR 機器はコロナ禍などの影響で, 場所を取らずによりリアルな体験を感じられるものとして関心が高まり個人にも普及してきている.

これらの現状を踏まえ, 空間スキャンにより 3D モデリングを必要とせず, 簡単に自分の部屋に家具を置き, 部屋全体を俯瞰することができる. その状況で地震が起きた時のシミュレーションを直感的にでき, シミュレーション中に家具が元の位置からどれだけ移動したかなどから地震時の安全性(少しずつマグニチュードを上げた際に倒れたときのマグニチュード)を表示することができる.

これらの現状を踏まえ, 空間スキャンにより 3D モデリングを必要とせず, 簡単に自分の部屋に家具を置くことができる. それにより, 部屋全体を俯瞰することができ, その場合に地震が起きた時のシミュレーションを直感的にできる. 更に地震が起きた際のシミュレーションは, 家具が元の位置からどれだけ移動したかなどから地震時の安全性(少しずつマグニチュードを上げた際に倒れたときのマグニチュード)を表示することのできるシミュレーションソフトの制作を行った.

2. MR デバイスを利用した理由

MR デバイスを利用することで 3D モデリングなしで身近なシミュレーションを行うことができ, 比較的安く手に入

るようになった.

現在あるシミュレーションソフトは大規模なもの(街全体の災害シミュレーションや家全体のシミュレーションなど)が多いが, 小規模な部屋だけのシミュレーションソフトはなかった.

ハンドトラッキングなどの技術により感覚的な操作が可能であり, 空間をスキャンすることで 3D モデリングを必要としない.

3. 研究概要

3.1 3D 化

Oculus (Meta Quest) 向けに提供されている Meta XR All-in-One SDK を活用し, 空間認識および空間スキャンの機能を用いて, 現実空間の 3D スキャンを行い, それにより取得された空間情報はメッシュデータとして生成され, これを元に, 3D モデリング形式である OBJ ファイルへと変換する処理を行う. 仮想空間内において, そのファイルをユーザが視認・操作可能な状態で表示されるように配置し, さらにユーザの操作(主に両手のコントローラ入力)によって自由に移動・回転させることができるようにする. 移動・配置の操作において, メッシュ同士の衝突や重なりによる不具合が発生しないよう, オブジェクトの当たり判定や物理処理についても適切な設計を行う.

3.2 素材設定

Mixed Reality (MR) 空間上にユーザーインターフェースとして, 素材の選択および重さ(質量)の入力を行うことができるフォームを表示する. ユーザーはこのフォームを通じて, 複数の選択肢の中から希望する素材(例えば, 金属, 木材, ゴム, プラスチックなど)を選び, さらに対象物の重さを数値として入力することが可能である. 選

択された素材に応じて、あらかじめ定義された物理特性のデータベースから、その素材に対応する摩擦係数（静止摩擦および動摩擦）を自動的に取得する。そして、入力された重さの数値と組み合わせて、MR空間上に存在する仮想オブジェクトに対して物理的パラメータを反映させる。これにより、選択された素材と重さに基づいたリアルな物理挙動（例えば、床との接地時の滑りやすさ、落下時の加速度や衝撃など）をシミュレーションすることが可能となる。

3.3 総合

図1のように3.1、3.2の両者の連携が円滑に進むよう調整を行う役割を担った。仮想空間内に配置されるオブジェクトに対し、摩擦係数や減衰係数などの物理的特性を定義・提供する役割を担っており、これらの情報を統合するにあたり、UIの構築を通じて、ユーザーが仮想空間上で素材を選択し、それに応じて物体に摩擦係数・減衰係数といったパラメータを動的に反映させるシステムを実装した。これにより、仮想物体が現実の素材特性を模倣する形で、より現実的な挙動を示すことが可能となった。さらに、本プロジェクトではMR空間上で地震の揺れを再現する機能も実装している。そのために、防災科学技術研究所(NIED)が公開している地震観測網の加速度データを利用し、Web Plot Digitizerを用いて加速度波形（東西・南北・上下の3軸）を数値として抽出し、それをCSVファイルとして整理した。このCSVデータをUnity上で解析・読込し、仮想空間内の地面やオブジェクトに加速度として反映させることで、実際の地震の揺れをMR環境内で再現することを実現している。

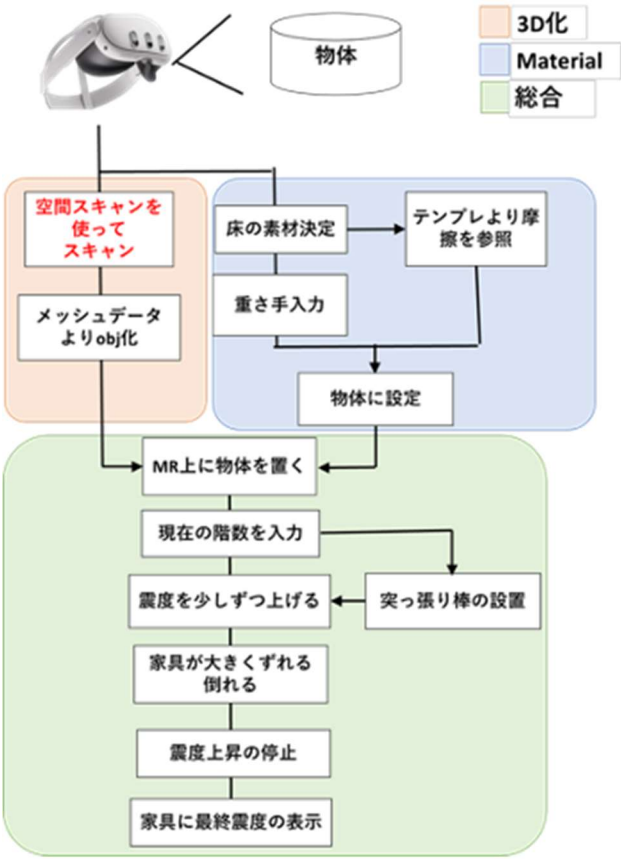


図 1: 処理の流れ

4. 結果

物体をスキャンするプログラムと物体を移動させるプログラムは完成しており、スキャンしたデータをobj化させるプログラムをより完成度を高くするため製作途中である。

ツールの作成完了、家具、床の素材をテンプレートから選択し、家具の重さを手入力したらデータとして出力できるようにした。図2はhtmlを使い実際に作成した家具、床の素材をテンプレートから選択（例：家具：木材、金属、ゴム、プラスチック・床：木材、金属、コンクリート、フローリング）、家具の重さを手入力できるフォームから選び、重さを入力してから送信のボタンを押すと摩擦係数、摩擦力、重さが表示されるようにした。

そして、地震の揺れ、安全度の表示等をするプログラムが正常に動作し、安全度の表示を行うことができるようになった。さらに、スキャンした空間を揺らす、床のみを揺らす、物体に直接力を加える、物体に直接力を加える（床設置時のみ）プログラムを実装することができた。

だが、問題として、家具が壁の当たり判定とともにすり抜けが起こり、床に置いてある物も床判定になってすり抜けが起こる、空中でも力が加わってしまい、飛んでいくなどの問題が起きている。

図 2:html を使い作成したツール

5. まとめ

本研究では、MR デバイスである Meta Quest 3 を用いて、室内や家具を 3D スキャンし、取得した空間情報に対して現実の地震波形を基にした揺れを段階的に適用することで、家具の耐震性を評価可能な防災シミュレーションソフトを開発した。ユーザは、素材選択・質量設定・UI 操作などを通じて、現実の空間を再現しながら直感的に家具の配置とシミュレーションを行うことが可能である。加えて、地震データの CSV 化および Unity による加速度適用により、マグニチュードを変化させた際の家具の動作や倒壊リスクの視覚化も実現した。さらに、さまざまな力の適用方

式（床揺れ・個別加力など）を比較検証し、最も現実的な挙動を示す「床設置時のみ力を加える方式」を実装した。一方で、壁の当たり判定によるすり抜けや、物体が空中で動作してしまうといった課題も確認された。今後は、当シミュレーションソフトの評価を行う。評価項目は用意せず、利用者の回答が誘導されないように使用感のみを入力してもらい、自作のテキストマイニングツールを利用して評価・分析を行っていく予定である。最終的には物理演算の安定化やさらなる UI 改善などを通じて、より実用的で身近な防災シミュレーションツールとしての発展を目指す。

6. 謝辞

本研究を行うにあたり、東京都立科学技術高等学校教諭 高橋先生に大変お世話になりました。終始丁寧なご指導を賜り深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Meta XR Simulator Samples
<https://developers.meta.com/horizon/downloads/package/meta-xr-simulator-samples/>
- [2] Meta XR Interaction SDK OVR Samples (UPM)
<https://developers.meta.com/horizon/downloads/package/meta-xr-interaction-sdk-ovr->
- [3] コントローラー入力とトラッキングのスタートガイド
<https://developers.meta.com/horizon/documentation/unity/unity-tutorial-basic-controller-input>
- [4] 気象庁防災科学技術研究所
<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/data/>
- [5] Unity で Meta Quest 3 向け混合現実の開発を始めよう
<https://unity.com/ja/blog/engine-platform/get-started-developing-for-quest-3-with-unity>