

# 構造物周りの三次元気流シミュレーションのための MR可視化システムの構築

中央大学大学院 学生員 ○川越 健生  
中央大学大学院 学生員 膝 飛  
中央大学 正会員 檜山 和男

## 1. はじめに

近年、拡張現実 (Augmented Reality, 以後 AR) 技術や複合現実 (Mixed Reality, 以後 MR) 技術を用いた可視化は、様々な分野において活用されている。著者の研究グループでもこれまで、スマートデバイスを用いた AR 可視化システムの構築を行い、各種の計算結果の可視化に利用してきた<sup>1)2)3)</sup>。しかし、スマートデバイスによる AR 可視化は、画面が小さく操作しにくい等の問題があった。

そこで、本研究では、上記の問題点を解決する手法として MR 可視化に着目して、気流シミュレーション結果の可視化システムの構築を行った。

## 2. 開発環境

本研究では、Mixed Reality Toolkit v.2.5.0(以後 MRTK) を用いた可視化を行う。MRTK とは、Mixed Reality アプリケーション向けのオープンソースのクロスプラットフォーム開発キットである。開発環境は、Unity2019.4.11f1(64-bit) を使用し、プログラミング言語は、C#を用いた。使用デバイスは、HoloLens2 である。

## 3. 本システムの概要

本システムのフローチャートを図-1 に示す。各工程については以下に示す。

### (1) 前処理

前処理では、CAD/GIS システムを用いて重畳に必要な構造物モデル<sup>2)</sup>、数値解析結果の CG モデルを作成する。数値シミュレーションは、等温場流れの三次元 Navier-Stokes 方程式を有限要素法により行った<sup>4)</sup>。画像認識として用いるマーカー画像の登録を Vuforia SDK<sup>5)</sup> ライブラリを用いて行った。

### (2) シーン設定

統合開発環境である Unity に全てのモデルを導入し、モデルの位置設定や、ユーザーインターフェイス (以後 UI) の作成を行った。

#### a) 動画の作成

本研究で取り扱った解析結果の CG モデルは、0.2 秒ごとの結果の 100 ステップ分用意している。その中から 1 秒毎 (5 ステップ) にモデルを取り出し、時間経過によってモデルを切り替えることで解析結果の可視化を動画で表示している。

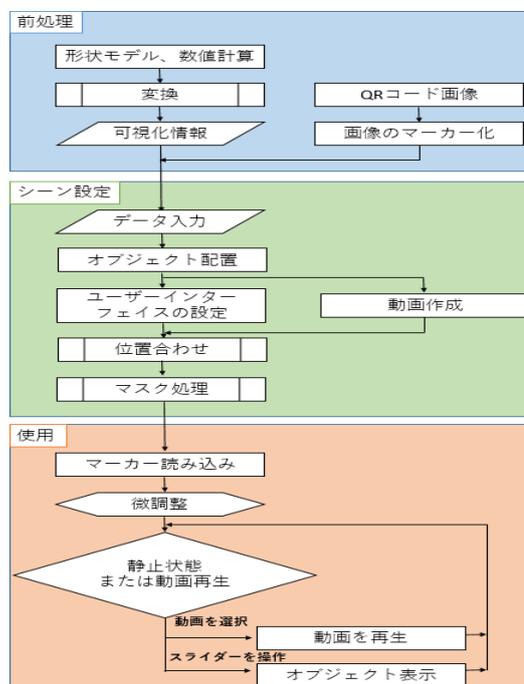


図-1 フローチャート

### b) 位置合わせ

前処理時に、登録したマーカー画像を用いて CG モデルと実際の構造物のズレを緩和した。今回の使用したマーカー (QR コード) と、マーカー設置位置を図-2 に示す。

### c) マスク処理

可視化情報と現実空間の構造物との前後関係を考慮しマスク処理を施すことで、対象構造物背面領域に存在する可視化情報を非表示にすることができる。本研究では、対象構造物の設置後、その CG モデルを透明化することで現実空間と可視化情報の前後関係を表現した。マスク処理後の結果を図-3 に示す。

### (3) 使用

本システムの使用方法は、登録したマーカー画像を HoloLens2 で読み込み、構造物モデルを表示させる。次に、位置の微調整を行い構造物モデルと対象構造物が正しく重畳していることを確認した後、各状態で解析結果を表示するものとなっている。図-4 に可視化結果表示の様子を示す。図-4 に示した UI は、左側のパネルを操作することで静止状態等の解析結果の表示や、マスク処理実行そして、微調整時の角度変更を行うことができる。次に、右側のコントローラーを操作することでマーカー認識後の微調整時

**KeyWords** : MR 技術, HoloLens2

**連絡先** : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL. 03-3817-1808 Email: a20.4dek@g.chuo-u.ac.jp



図-2 対象構造物とマーカー配置



図-3 マスク処理後の可視化結果

に対象構造物を移動させることができる。これらの操作は、HoloLens2 のハンドトラッキング技術を用いているため、左の手のひらを HoloLens2 に認識させることでいつでも UI を呼び出せる設定になっている。

#### 4. MR システムの有効性の検討

本研究で構築したシステムは、解析によって求めた結果を静止状態と動画の 2 種類で表示することが可能である。



図-4 可視化結果表示の様子

図-4 に示した、スライダーを操作することで静止状態での結果表示を行い、Start ボタンを押すことで動画での結果表示を行う。本システムの有効性としては、MR 可視化であるため現実空間に解析結果モデルが表示されることにより、スマートデバイスによる AR 可視化よりも解析結果を直感的に理解することが可能になると考えられる。また、AR 可視化では、可視化を行う際に手が塞がってしまうが、本システムでは頭部装着型のデバイスを使用したことにより可視化の際に両手が自由になり安全性にも優れるといえる。

#### 5. おわりに

本報告では、MR 技術を用いた可視化システムの構築を HMD 方式である HoloLens2 を用いて行い、構造物周りの三次元気流シミュレーションの結果を静止状態と動画の 2 種類で示した。これにより力学現象の数値シミュレーション結果を直感的に理解することが可能になると考えられる。

今後は、重畳精度の向上と使用性の向上のためのインターフェースに関する検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 池田直旺, 花立麻衣子, 榎山和男, 車谷麻緒, 吉永崇, 前田勇司, SLAM 技術に基づく空間情報を用いた AR 可視化システムの構築とその適用性の検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 73, No2, pp. II-48-II-54, 2017.
- 2) 菅田大輔, 榎山和男, 宮地英生, 前田勇司: 環境流れ問題のためのマーカーレス AR 可視化システムの構築と適用性の検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol71, No2, pp. I-19-I-203, 2015
- 3) 菅田大輔, 榎山和男, 宮地英生, 前田勇司, 道前武尊, 西畑剛, 井山伊智郎, 横山侑機: スマートデバイスを用いた環境流れ問題のための AR 可視化システムの構築, 土木学会シンポジウム講演集, Vol41, pp125-128, 2016.
- 4) 池田哲也, 榎山和男: 安定化有限要素法による都市の温熱環境解析手法の構築, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol69, No2, pp. 107-114, 2013.
- 5) Vuforia 開発者サイト: <https://developer.vuforia.com/>. (2021 年 4 月 3 日閲覧)
- 6) Microsoft: <https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/design/hand-menu>. (2021 年 3 月 5 日閲覧)