

施工現場における地下埋設構造物の MR 可視化

中央大学大学院	学生員	○ 藤	飛
中央大学大学院	学生員	池田	直旺
九州先端科学技術研究所	非会員	吉永	崇
五洋建設	正会員	琴浦	毅
五洋建設	正会員	石田	仁
中央大学	正会員	樫山	和男

1. はじめに

近年、AR/MR 可視化技術は、建設分野における様々な分野・用途に対して適用が試みられている。筆者らは、空間の3次元形状の認識と自己位置の推定を同時に行う SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を搭載したスマートフォンを用いた地下埋設物・埋設物の AR 可視化システムの構築を行ってきた¹⁾。しかしスマートフォンによる AR 可視化は、画面が小さく、また可視化を行う際に手が塞がってしまう、という使用上のデメリットがある。

一方、同じく SLAM 技術を有する装着型 MR デバイスとして、Microsoft 社の HoloLens がある。HoloLens は頭部に装着するタイプのデバイスであり、利用者自身の視界の上に CG のみが重畳されるため描画の遅延による違和感が少なく、また両手が自由となるため建設現場での作業性にも優れるという利点がある²⁾。

本報告では、装着型の MR デバイスに着目して重畳の精度を向上させる手法および可視化に関する検討を行い、地下埋設物等の設計・施工段階における有用性を検討する。

2. 開発環境

本研究では、HoloToolkit-Unity-2017.4.17f1 ライブラリを用いた MR 可視化を行う。開発環境は Unity 2017.4.17f1 (64-bit) を使用し、プログラミング言語は C# を用いた。また、HoloLens は Microsoft 社が開発した Windows10 を搭載した世界初の自己完結型ホログラフィックコンピューターで SLAM 技術に基づく空間マッピングが用いられている。HoloLens は本体に搭載されている環境認識カメラによって現実世界の形状を把握し自分の位置を推定している。それによって現実空間に配置したオブジェクトは HoloLens が移動しても設置した場所にとどまることができる³⁾。

3. 本研究の概要

HoloLens を用いた施工現場における地下埋設物の MR 可視化のフローチャートを図-1 に示す。各工程について以下に示す。

(1) 前処理

前処理として、マーカー、埋設構造物の 3D モデル、開口部モデルデータを生成する。

a) モデル

可視化情報であるモデルを図-2、図-3、図-4 に示す、これは施工現場における地下埋設物、施工予定の構造躯体を

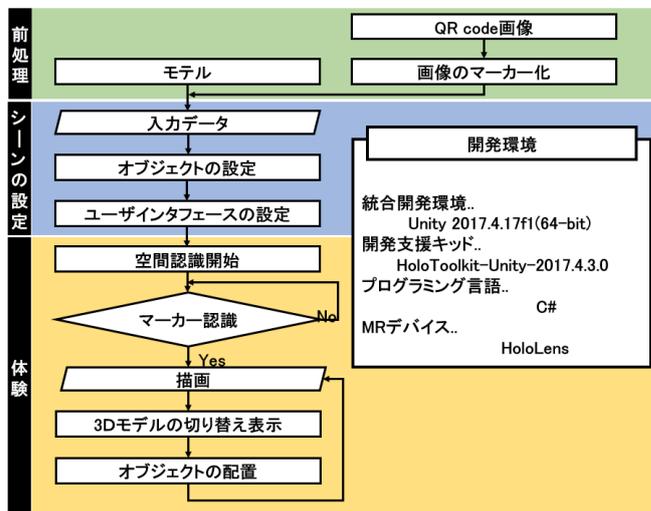


図-1 MR 可視化のフローチャート

モデリングしたものと開口部モデル及びボタンメニューモデルである。

b) マーカー

本研究では、初期位置合わせに Vuforia のマーカー認識を使用する。Vuforia はスマートフォンやタブレット、ウェアラブルデバイスに対応した AR・MR 開発用ライブラリである⁴⁾。

(2) シーン設定

入力した 3D モデルの設定や表示方法、マーカーと 3D モデル位置関係の設定、ユーザインタフェースの設定を Unity 上で行う。

まず、オブジェクトの設定として、全てのモデルを Unity に導入し、図-5 に示したように初期位置合わせに前述した Vuforia のマーカー認識を使用する。アプリケーション起動直後画像認識は、あらかじめ設定した任意画像を検出する機能である。設定した任意の画像を検出し、その座標を CG モデルに与えることで、重畳位置を決定する⁴⁾。また、正しい初期位置を決めるために、本研究では、検証場所の測定データを用いた。

次に、ユーザインタフェースの設定として、重畳位置を正しく表示するために HoloLens の Spatial Mapping, Air Tap 機能を使用した。Spatial Mapping とは、アプリケーション起動中にユーザー周辺の空間をスキャンし、それらをメッシュ化した情報をアプリケーション内で利用を可能とする機能である。Air Tap とは、HoloLens がユーザーの

KeyWords : Mixed Reality, 地下埋設物, HoloLens

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1815 E-mail :a19.f7fy@g.chuo-u.ac.jp

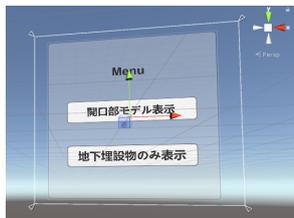


図-2 メニューモデル

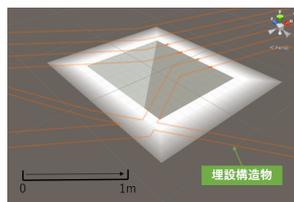


図-3 開口部モデル

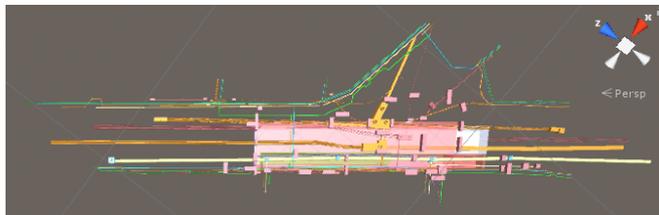


図-4 埋設構造物モデル

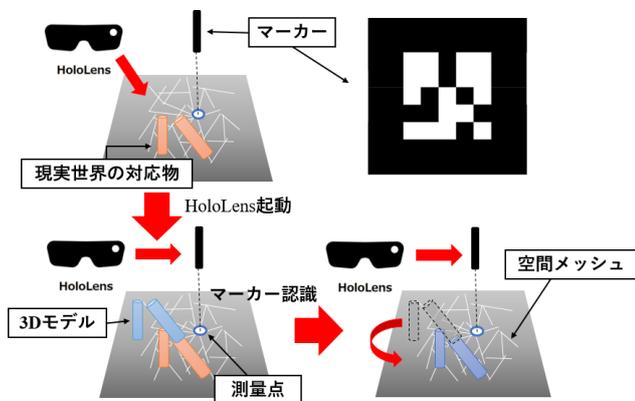


図-5 位置合わせ及びマーカー

ハンドジェスチャー操作を認識した際に実行する処理を、Unity のスクリプト上で設定することを可能とする機能である⁵⁾。

(3) 体験

本システムは、アプリケーション実行後、Spatial Mapping によりユーザー周辺の空間認識が行われ、周辺空間の形状を有したメッシュが自動的に生成される。ユーザーは、生成されたメッシュ上にモデルを配置するのだが、このとき、配置したい箇所に Gaze で視線カーソルを合わせ、Air Tap で選択されたモデルを移動することで、空間メッシュと視線方向との接点上にモデルを配置することができる。また、メニューを設け、ボタン操作で地下埋設構造モデルと開口部モデルの表示・非表示を切り替えるようにした。

4. MR システムの有効性の検討

本研究で構築した MR 技術に基づいた可視化システムを用いて、施工現場における埋設物の MR 可視化を行った。埋設構造物の CG 映像を描画すると一般に CG 画像が浮いて見えるという課題を解決するために、任意の位置を覗き込むための正方の開口部モデルを用いる。開口部モデルを用いることにより目の錯覚を生じず、開口部モデル内の埋設物を立体的に正しく MR 可視化を行うことが可能となる。

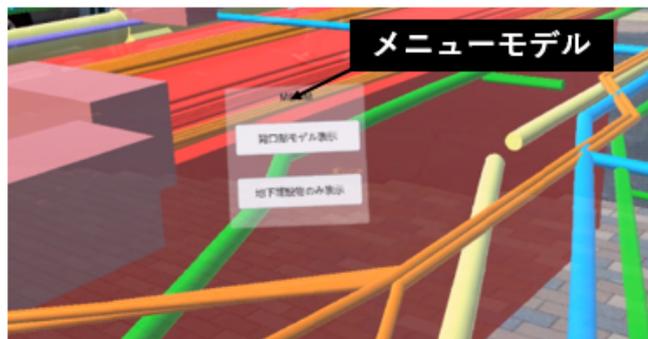


図-6 埋設構造物モデルのみ可視化



図-7 開口部モデル可視化1 図-8 開口部モデル可視化2

図-6は埋設物 CG モデルのみ可視化したため、地上に浮いているように見える結果となる。そこで、図-7、図-8に示す様に、開口部モデルを配置することで CG 映像の見える範囲を限定することにより違和感なく埋設物モデルを可視化できていることが確認できる。

5. おわりに

本報告では、SLAM 技術を用いた MR 可視化システムの構築を行い、本システムその可視化が困難とされている施工現場における埋設物の MR 可視化に適用した。その結果を以下に示す結論を得た。

- 本 MR システムを用いることで、現地において複雑な作業を要することなく迅速に CG の初期位置の決定が可能となった。
- 地下構造物の可視化において、開口部モデルを用いることで違和感なく埋設物モデルを可視化できることが明らかとなった。

今後の課題として、ハンドジェスチャー操作を認識できない場合の検討が挙げられる。

参考文献

- 1) 池田直旺, 花立麻衣子, 樫山和男, 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. 73No2, pp. II 48-II 54, 2017.
- 2) 吉永崇, 次世代 AR デバイスの紹介: Microsoft HoloLens と Google Tango の概要と利用事例, 可視化情報学会誌, Journal of the Visualization Society of Japan 37(146), 128-133, 図巻頭 1p, 2017-07 可視化情報学会.
- 3) MixedRealityForDevelopers-MicrosoftDeveloper: <https://developer.microsoft.com/en-us/mixed-reality/2019/11/07> 閲覧
- 4) VuforiaDeveloperPortal: <https://developer.vuforia.com/2019/12/11> 閲覧
- 5) MixedRealityToolkit-Unity: <https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity/releases/2020/01/02> 閲覧