

施工現場における埋設構造物のMR可視化システムの構築

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	檜山	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構造物・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、地下構造物等の設計・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-2017.2.1.4ライブラリを用いたMR可視化を行う。開発環境はUnity 2017.2.1p2 (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の内蔵される構成部品を図-1示す³⁾。



図-1 HoloLens³⁾

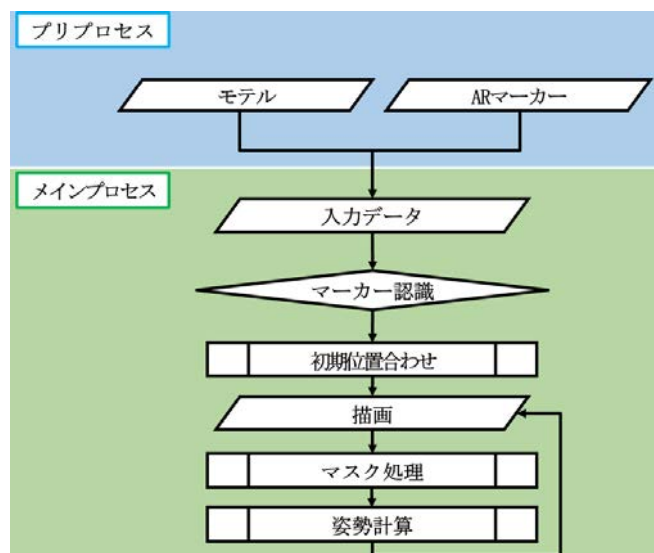


図-2 MR可視化のフローチャート

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. 本研究の概要

HoloLensを用いた施工現場における地下構造物のMR可視化のフローチャートを図-2に示す。各工程について以下に示す。

(1) 入力データ

可視化情報であるモデルを図-3に示す、これはCADソフトウェアを用いて作成された施工現場における地下構造物及び施工予定の構造躯体をモデリングしたものと穴モデルである。穴モデルとは施工現場において、地下の埋設物の可視化を行う際の窓モデルのことである。モデルを統合開発環境のUnityに対応したfbx形式に変換し入力データとして与える。

(2) マーカー認識・初期位置合わせ

本研究では、図-4に示したように初期位置合わせにVuforiaのマーカー認識を使用する。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⁾。

KeyWords : Mixed Reality, HoloLens, 地下構造物の可視化

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

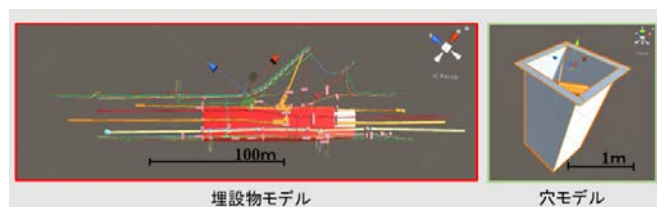


図-3 可視化情報

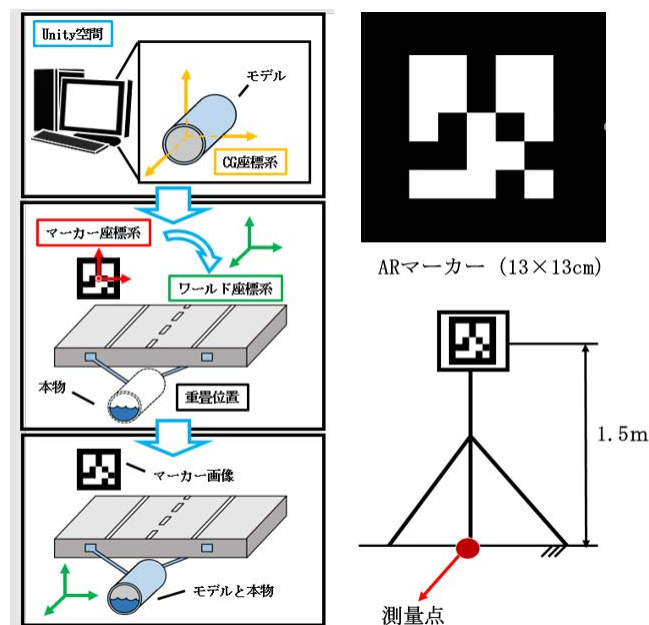


図-4 位置合わせ及び配置

(3) 描画・マスク処理

本報告では、地下構造物・埋設物の可視化システムの構築を行うが、埋設物という本来地表面に隠れているものを地表面の上に重ねて表示しているため、CG 映像の深さ方向の見え方のズレから違和感が生じてしまうという課題が挙げられている。そこで本研究では、地下構造物の初期状態に不可視にし、マスク処理で穴モデルを窓越しに見たときだけ地下構造物のオブジェクトが現れる Shader を用いた。ここに、Shader は三次元オブジェクトをディスプレイに表示させるためのプログラムである。

(4) 姿勢計算

MR 可視化の際には、CG 映像を現実空間の地面上に重畳させるため、MR 可視化実行前に空間の3次元情報の形状の取得が必要がある。本研究では、現実空間の形状を認識する方法として、SLAM 技術に基づく空間マッピングを使用した。これにより、穴モデルを配置した後はトラッキングによる重畳のズレは少ない。

4. 可視化結果

本研究では、作成した MR アプリケーションソフトを HoloLens に実装して、埋設構造物の MR 可視化表示を行った。可視化結果の一例を図-5 に示す。マスク処理を行わずに、可視化結果埋設物 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。うそのため、穴モデルを導入し、マスク処理を行った結果を図-6 に示す。な

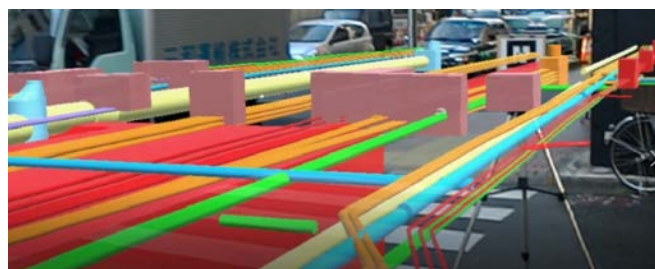


図-5 埋設構造物モデルのみ可視化

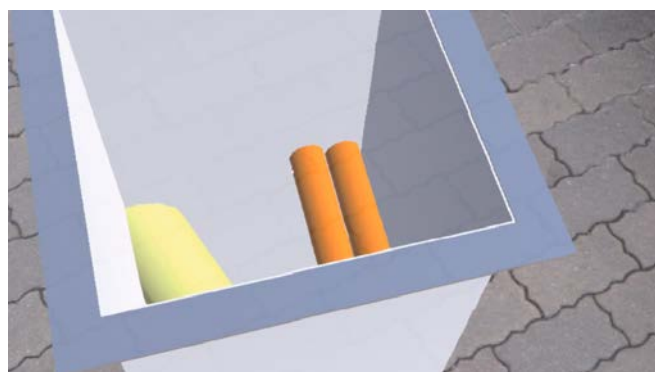


図-6 穴モデルを用いた可視化

お、HoloLens の holographic でオブジェクトの操作を行うときモデルの周りに枠が出てくる。この枠を Boundingbox と呼びオブジェクトのサイズや移動などに利用している。本研究では、Boundingbox を導入し、穴モデルのサイズを変更できるようにした³⁾。

5. おわりに

本報告では、MR 技術を用いた埋設物の可視化手法の構築を行い、以下の結論を得た。

- SLAM 技術を用いた適用例題において、HoloLens は Tango デバイスと同様に適用性が高いことを確認した。
- 地下構造物の可視化において、マスク処理により見える範囲を限定する事で違和感なく埋設物モデルを可視化できる事が明らかとなった。

今後の課題として、正確な重畳のための位置合わせの検討、また屋外での適用例に対しては、光などの周辺環境による重畳精度変化の検討を行っていくことが挙げられる。

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