

施工現場における地下埋設物へのAR可視化システムの適用

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

1. はじめに

近年、様々な分野において拡張現実感 (Augmented Reality, AR) 技術を用いた活用事例が報告されている。ARとは、現実世界からの情報に対してCGなどを重ねて表示する技術である。スマートフォン・タブレット端末を用いて行われるAR可視化は、これらの端末の普及率の向上により、一般的にも広く認識され始めている。

著者らはこれまで、施工現場における地下構造物のAR可視化システムの構築¹⁾を行ってきた。そしてデバイスとしては、Googleが開発を行っていたTango SDKに対応のAndroid OS端末を用いていた。しかし、Tango SDKは利用できる端末が少なく、汎用性が低い点が挙げられる。

本研究では、一般的なスマートフォン・タブレット端末のOSであるiOSに対応したARKit²⁾を用いて、AR可視化システムの構築を行った。そして、地下埋設物を対象として施工段階での適用例として施工現場における埋設物のAR可視化を行った。

2. 本システム概要

本システムのフローチャートを図-1に示す。

(1) 開発環境

本研究では、統合開発環境はゲーム開発プラットフォームであるUnityを使用し、プログラミング言語はC#を用いた。また、iOSに対応するARKitを用いた。ARKit²⁾とは、AppleによるiPhoneとiPadの単眼カメラを使って動作する開発者向けのAR開発キットである。また、デバイスはAppleのタブレット端末であるiPadProの11インチ(第3世代)を用いた。

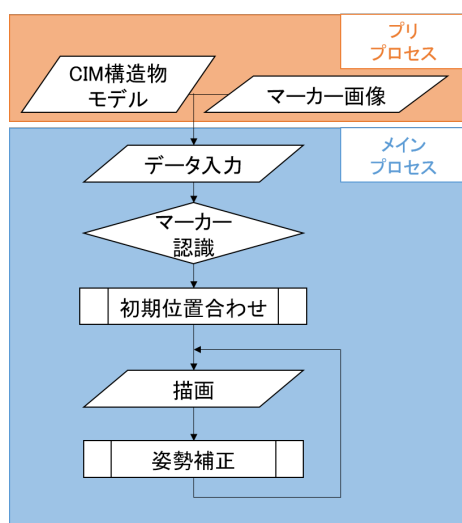


図-1 本システムにおけるフローチャート

(2) データ入力

データ入力では、図-2のようなCIM構造物モデルとマーカー画像として任意画像を入力する。CIM構造物モデルは、平面直角座標系における座標と形状情報を併せ持ったBIM・CIMデータを用いてUnityとの互換性が高いFBX形式のデータへ変換を行ったモデルを用いる。

(3) マーカー認識・位置合わせ

ARにおける位置合わせ手法は、マーカーを用いる方法やGPSなどのセンサーを用いる方法など多く存在し、利用目的に合わせた手法を選ぶ必要がある³⁾。

本研究では、初期位置合わせにARKitの機能である画像トラッキングを用いる。画像トラッキングは、あらかじめマーカーとして設定した任意画像の特徴点を検出する機能である。図-3に示すように、デバイスのカメラ映像がマーカーとして設定した任意画像を検出し、その座標と角度を可視化するモデルに与えることで、重畳位置を決定する。

(4) 描画・姿勢補正

従来のマーカーを用いたARの可視化手法では、マーカー画像をカメラ映像内にとらえ続けないと、重畳が途切れてしまう問題点があった。

本研究では、上記の問題点を解決するために、初期位置合わせに画像トラッキングを使用し、その後ディスプレイ上のボタン操作により、画像トラッキングからARKitのワールドトラッキングへ切り替える。ワールドトラッキングとは、カメラ映像から得られる特徴点の変化とデバイスに搭

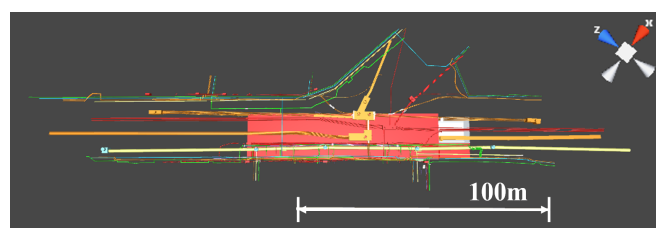


図-2 埋設物 CG モデル

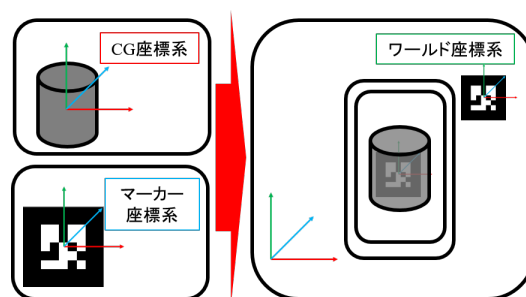


図-3 位置合わせ手法

KeyWords : Augmented Reality, 可視化, ARKit

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1815 E-mail :a16.5tdx@g.chuo-u.ac.jp

載されているモーションセンサーによりデバイスの加速度・傾き・方向などの慣性測定から現実空間とバーチャル空間との対応関係を推定する機能である。ワールドトラッキングを用いることで、マーカー画像を認識していない場合でも、可視化したモデルは与えられた座標位置に重畳され続けるため、マーカー画像をカメラ映像内にとらえ続ける必要がなくなり、自由な視点での AR 可視化が可能になる。

3. 施工現場における埋設物の AR 可視化

本研究では、地下構造物の適用例として、施工現場における埋設物の AR 可視化を行った。施工現場における適用性を検討するために、屋外で可視化を行った。CIM 構造物モデルのスケールは、図-2 に示す。また CIM 構造物モデルは、平面直角座標系における座標を持っているため、平面直角座標を用いて重畳位置を決定する。

本研究では、位置合わせにマーカーを用いているが、従来の手法では三脚を用いてマーカーを設置していた。しかし、三脚によるマーカー設置では、マーカーの向きを手動で合わせる必要があり、設置に時間がかかってしまう問題点があった。そこでマーカー設置を容易に行うために、固定構造物に対してマーカー設置を行った。その結果、従来の手法よりもマーカー設置にかかる時間が短縮され、容易に行えることが確認できた。

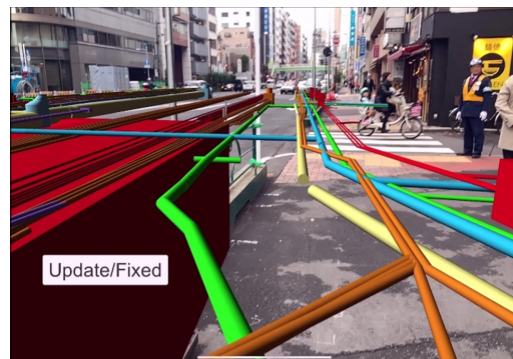
次に、屋外での可視化を行った結果を図-4 に示す。地下埋設物の AR 可視化において、図-4 の (a) ように全体を重畳してしまうと距離感や深さ方向に対して違和感があり、地面に浮いているように見える問題点があった。そのため、見える範囲を限定する開口部モデルを用いることで、地表面より下にあることを認識できるよう工夫した。図-4 の (b) のように開口部モデルを用いることで全体表示よりも違和感がないことが確認できた。また、マーカーを認識していない場合でも、重畳が継続されることが確認できた。

また、開口部モデルに対して目盛りと底面の高さ変更機能を追加した。ディスプレイ上のボタン操作で、底面の高さ変更を行う。その結果を図-4 に示す。図-4 の (b), (c), (d) に示すように、底面の高さ変更機能は正しく機能し、目盛りと底面の高さ変更を用いることで、鉛直・深さ方向に対する理解が深まることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、ARKit を用いて AR 可視化システムを構築し、施工現場における地下埋設物に対し適用した。その結果、ARKit を用いた可視化は、屋外や車などの周辺環境が変わるような場所でも安定して行えることが確認できた。また、固定構造物に対し、マーカーを設置することで容易に位置合わせが行えることが確認できた。そして開口部モデルを用いることで、違和感のない可視化を行えることが確認でき、目盛りや底面の高さ変更を行うことでより鉛直・深さ方向に対する理解が深まることが確認できた。

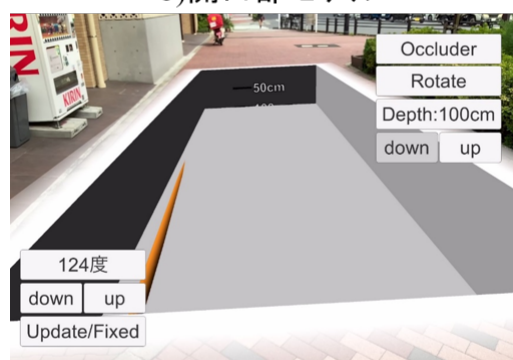
今後は、現場利用を想定した高精度・容易な位置合わせ手法の検討、数値シミュレーションの解析結果の可視化への適用を行っていく予定である。



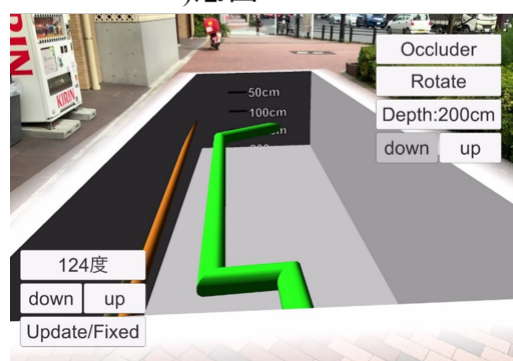
a)全体表示



b)開口部モデル



c)底面:100cm



d)底面:200cm

図-4 施工現場における可視化結果

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. 73, No2, pp. II-48-II-54, 2017.
- 2) Apple Developer, <https://developer.apple.com/augmented-reality/>. (2020 年 3 月 27 日閲覧)
- 3) 矢吹 信喜, 土木建設分野における VR/AR の活用に関する研究と実務への適用, Vol. 55, No6, pp. 483-488, 2016.