

地下埋設物の AR 可視化システムにおける表示手法の検討

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, 以降 AR) 技術¹⁾を用いた可視化の有用性が認識され、建設分野においても様々な諸活動において活用事例が報告されている²⁾。AR 可視化が有効な分野の一つに、地上から見ることができない地下埋設物などの地下構造物の可視化がある。

著者らはこれまで、この点に着目して地下埋設物に対する AR 可視化システムの構築^{3) 4)}を行ってきた。その具体的な内容としては、現地において CAD モデルを重畳させるシステムの構築を行い、AR 可視化を行ってきた。しかし、既存のシステムにおいて、スケールの大きなモデルを可視化する際、重畳させたモデルによって周辺の風景が見えなくなってしまう、違和感がある点と重畳させるモデルが実際の位置よりも浮いて見えてしまい、現実感を損なってしまう点などが問題として挙げられた。そこで本研究では、現実感を損なわず、違和感のない可視化を目指し、表示手法の検討を行った。

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、総合開発環境としてゲーム開発プラットフォームである Unity を用いる。AR システムの開発キットとして、iOS に対応する ARKit3.0⁵⁾を用いる。また、可視化デバイスはタブレット端末である iPadPro の 11 イン

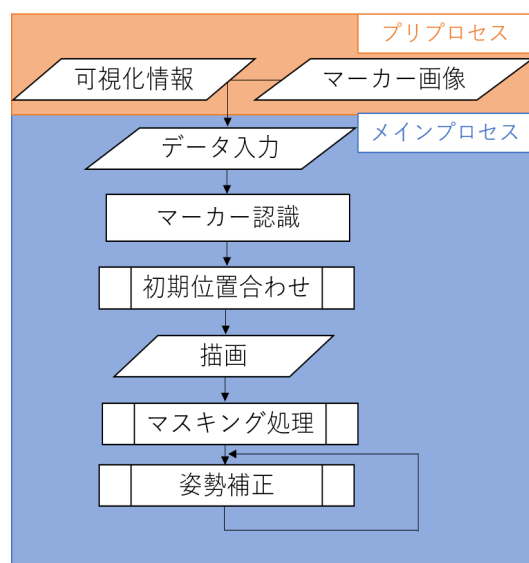


図-1 本システムにおけるフローチャート

チ (2018 年モデル) を用いた。

(2) データ入力

データ入力では、重畳させる可視化情報とマーカー画像を入力する。可視化情報としては、図-2 に示すような地下埋設物の CAD で作成した 3 次元モデル (以後、CAD モデル) を用いる。また、覗き込めるような開口部モデル (開口部以外の CAD モデルを非表示とするマスキング処理して可視化するための開口部の 3 次元モデル) を用いる。

(3) マーカー認識・初期位置合わせ

本研究では、初期位置合わせに ARKit の機能でマーカー画像の特徴点を検出する機能である画像トラッキングを用いる。図-3 に初期位置合わせ手法を示す。具体的には、カメラ映像がマーカー画像を検出し、マーカーの座標系 (マーカー座標系) となるその画像の中心点の座標と角度を取得し、現実空間の座標 (ワールド座標系) に置き換える。そして、モデルの重畳させたい位置とマーカー設置地点との距離をあらかじめ設定しておくことで、CAD モデルの座標系 (CG 座標系) をマーカー座標系に合わせ、ワールド座標系における重畳位置を決定する。

(4) 描画・マスキング処理

ユーザーインターフェイスとして、ディスプレイ上にボタンを設置し、ディスプレイをタッチすることで、切り替えを行う。そのため、デバイスのディスプレイ上で重畳させながら操作が可能となる。また、Slider と呼ばれる線分上で操作を行う機能を用いる。

本研究では、現実感を損なわず、違和感のない可視化を行うために表示手法として、透過率の変更機能と開口部モデルによる重畳を行った。まず周辺が見えなくなってしまう問題に対し透過率の変更機能を用いる。既存システムでは CAD モデルは不透過であったため、周辺の環境に溶け込むことができず、違和感があったが、本研究では Slider 操作により、透過率を任意に変更を行える機能を実装し周辺環

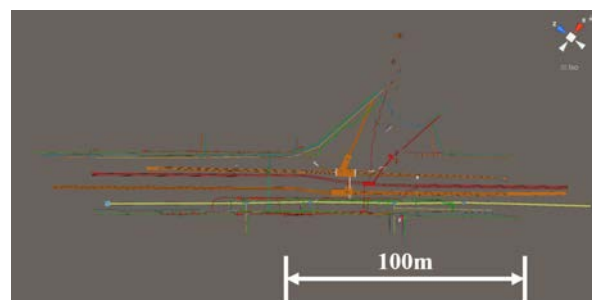


図-2 CAD データから作成された 3 次元モデル

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

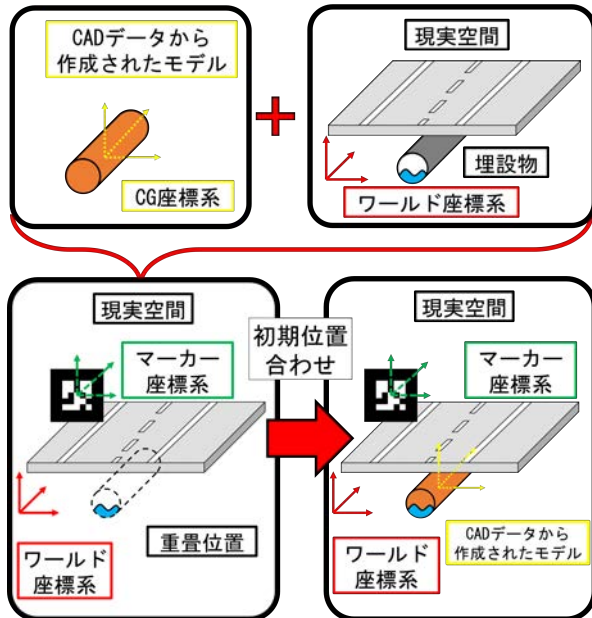


図-3 初期位置合わせ手法

境に溶け込むように工夫した。

また可視化したモデルが浮いて見える問題に対し開口部モデルを用いる。開口部の外側の平面領域においては透明化するマスキング処理を施すことで、開口部モデルの外側の CAD モデルを非表示にすることができる。

(5) 姿勢補正

本研究では、初期位置合わせに画像トラッキングを用いた後、画像トラッキングから特徴点の変化とモーションセンサーによる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へ切り替える。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、自由な視点での AR 可視化が可能になる。

3. 適用例

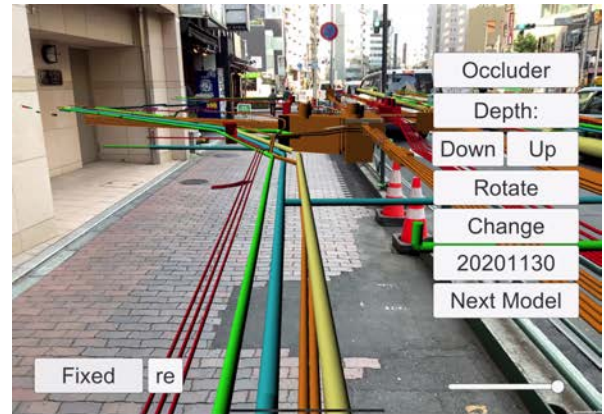
本研究では、地下構造物の施工段階での適用例として、施工現場における埋設物の AR 可視化を行った。

屋外での可視化を行った結果を図-4 に示す。

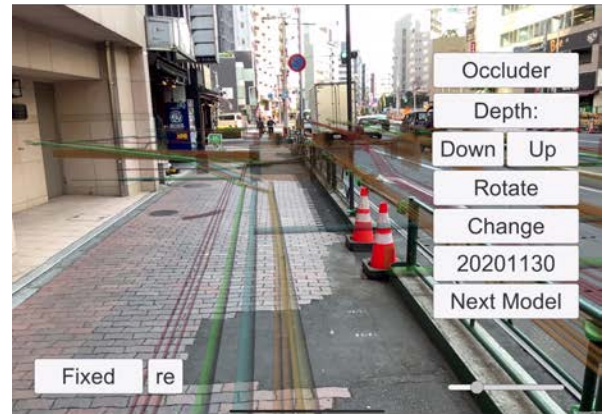
図-4 の a) では、重畳させる CAD モデルの全体を表示しているが、CAD モデルによって周辺の風景が見えず、違和感がある。しかし図-4 の b) では、右下の Slider 操作によって透過率を変更され、現実空間の風景を視認しながらも地下埋設物の位置を確認することができ、違和感の低減が確認できた。アプリケーション利用者は、任意の透過率にその都度変更が可能となった。また、図-4 の c) では、開口部モデルを用いることで、地下にあるように見せることができ、本システムにおいて、これらの表示手法が有効であることが確認できた。

4. おわりに

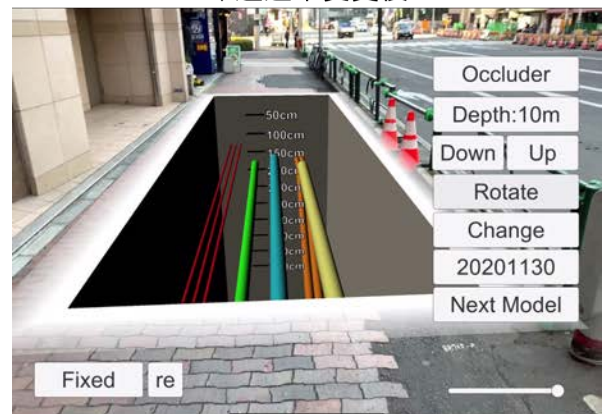
本研究では、地下埋設物の AR 可視化システムにおける表示手法の検討を行い、本システムにおいて透過率変更機能と開口部モデルの利用による表示手法が有効であることが確認できた。



a) 全体表示



b) 透過率変更後



c) 開口部モデル

図-4 可視化結果

今後は、移動によるずれの定量化や周辺環境の光量による重畳の安定性の検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) Sutherland, I, E. :A head-mounted three dimensional display, The AFIPS Fall Joint Computer Conference, pp.757-764, 1968.
- 2) 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, 計測と制御, Vol.55, No6, pp.483-488, 2016.
- 3) 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.
- 4) 洲崎 文哉, 樫山 和男, 琴浦 毅, 石田 仁, 吉永 崇, ARKit を用いた地下埋設物の AR 可視化システムの構築と重畳の高精度化の検討, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.45, pp.13-16, 2020.
- 5) Apple Developer, <https://developer.apple.com/jp/augmented-reality/>. (2021 年 1 月 15 日閲覧)