

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

中央大学大学院
中央大学
九州先端科学技術研究所
五洋建設
五洋建設

学生員 ○ 池田 直旺
正会員 櫻山 和男
非会員 吉永 崇
正会員 琴浦 毅
正会員 石田 仁

1. はじめに

近年,AR(Augmented Reality)技術は,土木分野においても普及し様々な用途で適用が試みられている¹⁾. 著者らは既往の研究において,三次元空間の認識とそれに伴う自己位置推定を可能とするSLAM(Simultaneous Localization and Mapping)技術を搭載したスマートデバイスに着目し,空間情報を用いたAR可視化システムの構築を行った²⁾.

また,AR技術を建設・土木分野に適用する例として,地上から見る事ができない地下構造物・埋設物の可視化が行われているが,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(鉛直)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.

そこで本報告では,本システムを施工現場における埋設物のAR可視化について屋内外の二ケースを想定し適用した.具体的には,屋内の事例として設計図面上へのCADモデルのAR可視化,屋外の事例としては施工現場における埋設物のAR可視化にそれぞれ適用した.

2. 開発環境

本研究では,Tango SDK ライブラリ³⁾とTango SDK対応のスマートフォン端末を用いたAR可視化システムの構築を行う.また,開発環境はUnity version:5.6.1を使用し,プログラミング言語はC#を用いた.なお,本システムではAndroid OS 端末を用いている.Tango SDKとは,Googleが開発・提供しているARアプリケーションの構築を行うことのできる開発キットである.本システムでは,SLAM技術を用いることにより周辺環境を三次元的に捉え,その空間の中での位置関係の計算を随時行うことによりCG映像の重畳の精度と安定性の大幅な向上が期待できる.

3. 本システムの概要

本研究で用いたSLAM技術に基づく空間情報を用いたAR可視化システムの位置合わせ工程について以下に述べる.

AR可視化の際には,CG映像を現実空間に重ね合わせるため,AR可視化実行前にCG映像の描画位置を決定する必要がある.本システムでは,CG映像の初期位置合わせ方法として,マーカー画像を用いて行う手法を用いた.具体的には,重畳対象に対して決められた位置にマーカー画像を事前に設置し,現実空間内のマーカー画像とCG映像を重ねたい位置との相対的な位置関係を基に変換をかけることで目的の位置にCG映像を重ねる(図-1).また,マーカー画像検出による位置合わせ後はボタン操作により,

マーカー画像を用いたトラッキング手法から,SLAM技術に基づくトラッキング手法へと切り替えるようなシステムを構築した.これにより,初期位置合わせ後はマーカー画像による視点の制約を受けなくなる.

4. 適用例

本研究で構築したSLAM技術に基づいたAR可視化システムを用いて,屋内においては設計図面上へのCADモデル可視化,屋外においては施工現場における埋設物の可視化を行った.

(1) 設計図面上へのCADモデルAR可視化

屋内における適用例として,設計図面上へのCADモデルの可視化を行った.可視化情報はある施工現場における地下埋設管・構造物及び施工予定の構造躯体をモデリングしたもの,また,その地上部に当たる都市モデルからなる.なお,ボタン操作によりそれぞれのモデルの表示非表示を切り替える事ができるシステムを構築した.

本システムでは,CG映像の重畳位置決定にマーカー画像を用いる.図-2(a)に示す様に,マーカー画像を設計図面上に配置し,これを認識することでCG映像を重ねる.マーカー画像と図面との位置関係を事前に考慮することで,図面と対応した位置にCADモデルを重ねしている(図-2(a)).また,図-2(b)に示す通り,画面右上のボタンを用いて埋設物の地上部の都市モデルの表示非表示の切り替えや,都市モデルの地表面・道路の半透明化の操作を可能

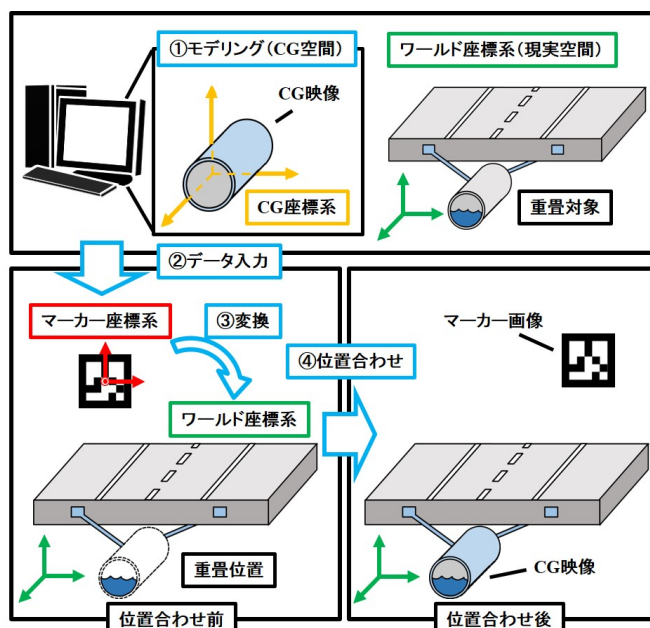
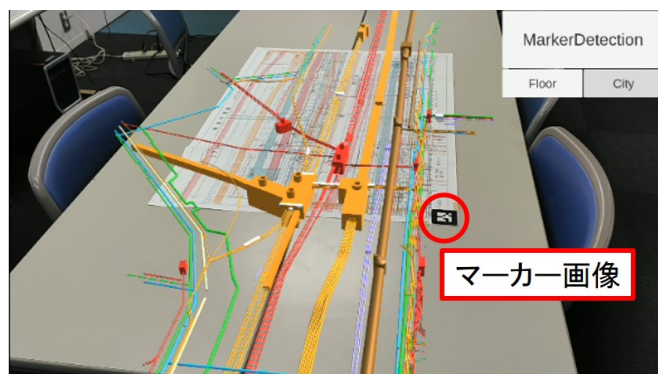


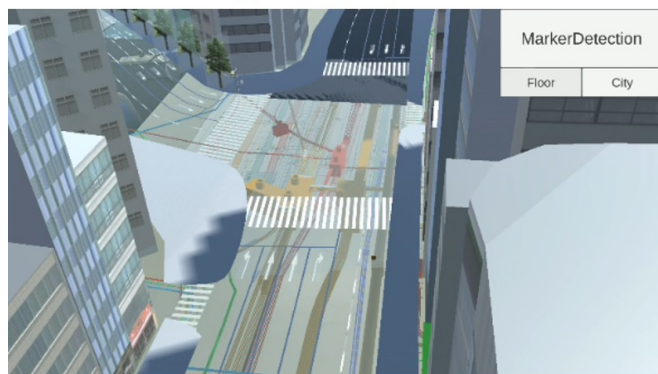
図-1 マーカー画像を用いた位置合わせ

キーワード: SLAM, Augmented Reality, 可視化

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 E-mail: a13.mme6@g.chuo-u.ac.jp



(a) 埋設物モデル



(b) 都市モデル

図-2 可視化結果 1(屋内)



(a) 地下構造物モデルのみ



(b) 開口部モデルあり

図-4 可視化結果 2(屋外)



図-3 屋外における検証環境

としている。また、本システムを用いる事により様々なデバイスの位置・角度においても正しく重畳され続け、安定的な可視化が行えていることも確認できた。これらにより、施工過程において実際に現場に行かずとも埋設物と地上空間との位置関係を把握し、より高度な合意形成を図ることが可能になる。

(2) 施工現場における埋設物の AR 可視化

屋外における適用性の検討として、施工現場における埋設物の AR 可視化を行った。検証環境及び用いたマーカー画像は図-3 に示す通りである。可視化情報は、屋内の適用例と同様の地下埋設管・構造物及び施工予定の構造躯体を用いた。また、地表面以下に CG 映像を描画する際に現実感が損なわれてしまう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 3m 四方の開口部モデルを用いる。埋設物モデルの内の見える範囲を限定する事で現実感を損なわずに AR 可視化を行うことを目指した。可視化結果を図-4 に示す。図-4(a) から、CG 映像は正しい位置に重畳さ

れてはいるものの、現実空間と合わずに浮いている様に見えることが分かる。

しかし、図-4(b) に示す様に、開口部モデルを配置する事で CG 映像の見える範囲を制限し、より違和感なく埋設物モデルを可視化できている事が確認できる。ここから、地下構造物・埋設物の様な地表面以下に存在する物を AR 可視化するには、モデル全体をただ可視化するのではなく開口部を設けることで可視化する範囲を限定して表示の方がより現実的な AR 体験に繋がる事が分かる。

5. おわりに

本報告では、SLAM 技術に基づく空間情報を用いた AR 可視化システムを施工現場における埋設物の AR 可視化について屋内外の二ケースを想定し適用した。その結果、埋設物と併せて都市モデルを可視化する事でより直感的な理解が図れる事及び開口部モデルを用いる事で違和感なく埋設物モデルを可視化できる事を確認した。

今後は、地下構造物を可視化する際に現実感をより向上させる手法、エリラーニングから得られた空間情報の利用による空間認識を用いた位置合わせについて検討を行う予定である。

参考文献

- 1) JACIC 情報, 特集: VR, MR, AR, Vol.103, 2011.
- 2) 池田直旺, 花立麻衣子, 櫻山和男, 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.48-54, 2017.
- 3) Google: Tango Google Developers, <<https://developers.google.com/tango/>>, (入手 2018.01.15).