

漏水調査のためのMR可視化システムの構築

中央大学大学院 学生会員 ○川越 健生
 中央大学 正会員 檜山 和男
 リオン株式会社 非会員 西田 順一
 九州先端科学技術研究所 非会員 吉永 崇

1. はじめに

近年、複合現実 (Mixed Reality, 以後 MR) 技術を用いた可視化は、様々な分野において活用されている。¹⁾ MRによる可視化が有効な分野として、地下埋設物などの地下構造物の可視化があり著者らも地下埋設物のMR可視化手法の構築を行ってきた。²⁾ 地下埋設物の維持管理に重要な分野として、水道の漏水調査がある。水道の漏水調査では、調査員が夜間に水道管が埋設されている真上の道路を歩いて漏水音を捉える音聴法が広く行われている。

本報告では、漏水調査の効率化を行うことを目的として、MRに基づく漏水調査の支援システムの構築を行うものである。具体的には、調査員がMR装置を用いて地中の水道管を可視化しながら音調による調査を行い漏水が疑われる場所にマーキングをするシステムである。

2. 開発環境

本研究では、Mixed Reality Toolkit v.2.5.0(以後 MRTK)を用いた可視化を行う。MRTKとは、Mixed Realityアプリケーション向けのオープンソースのクロスプラットフォーム開発キットである。開発環境は、Unity2019.4.11f1(64-bit)を使用し、プログラミング言語は、C#を用いた。また、重畳の位置合わせには、Vuforia SDK ライブラリ (以後 Vuforia) を用いた。使用デバイスは、HoloLens2である。

3. 本システムの概要

本システム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

前処理において、本システムでは、図-2に示す水道管のCGモデルを用意する。また、本システムでモデルを重畳し位置合わせをするためのマーカー画像を用意する。モデルを重畳するためのマーカー画像の登録をVuforiaを用いて行った。

(2) シーン設定

統合開発環境であるUnityに全てのモデルを導入し、モデルの位置設定や、ユーザーインターフェイス (以後 UI) の作成を行った。

(3) システムの処理

a) 位置合わせ

本システムの位置合わせは、登録したマーカー画像を地面上に設置し、その後、画像をMR装置で読み込み、水道管のCGモデルを表示させる。具体的には、デバイスのカメ

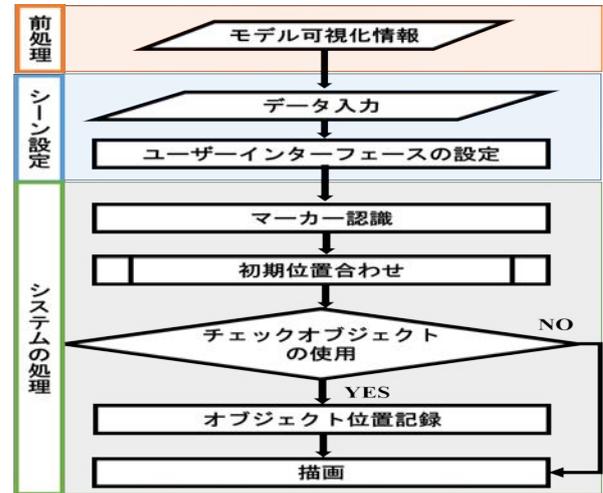


図-1 フローチャート

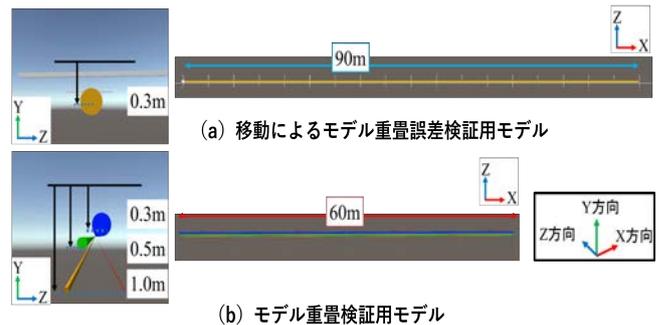


図-2 使用モデル

ラ映像がマーカーとして設定した任意画像を検出し、マーカーの座標系となるその画像の中心点の座標と角度を取得し、現実空間の座標に置き換える。そして、重畳させたいモデルの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、CGモデルの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。また、MR可視化では、モデル重畳の際にSpatial Awareness (以後、空間認識)の機能を用いることで安定したモデルの重畳を可能にする。空間認識では、周りの空間についてデバイスに学習させることで、その空間内のどこにモデルを配置するかを記憶させることが可能である。

b) オブジェクト位置記録

漏水箇所に対して、×印のCGモデル (以後、チェックオブジェクト) を配置し、漏水箇所を記録する。具体的には、チェックオブジェクトに対して空間アンカーを設置し、そ

KeyWords : MR技術, HoloLens2, 漏水調査

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL. 03-3817-1808 Email: a20.4dek@g.chuo-u.ac.jp



図-3 モデル重畳誤差検証結果

のアンカーを登録することで、再度同じ場所においてシステムを起動した際に、登録した箇所にてチェックオブジェクトを重畳することが可能になっている。

4. システムの適用

本システムを漏水調査に適用するためには、移動によるモデルの重畳誤差が小さいことと、調査時間帯である夜間においてマーカー画像を用いたモデルの重畳が可能であることが必要である。検証例として、移動によるモデル重畳誤差の検証と調査時間帯である夜間でのマーカー画像によるモデルの重畳検証を行った。

移動によるモデル重畳誤差の検証では、図-2(a)の埋設管モデルを使用し、検証を行った。図-3に、検証地と検証結果を示す。本検証では、マーカー画像によるモデル重畳後、漏水調査を想定しマーカー設置地点からモデル端まで往復移動を水道管モデルに沿って行い、往きの際のモデル位置を図-3(b)に示す様に印をつけ、移動によるモデル重畳誤差を印とのズレにより検証した。図-3(c)に、モデル重畳誤差の検証結果を示す。図-3(c)に示す様に、本検証では、移動によるモデル重畳誤差は、ほとんど確認されなかった。

次に、夜間でのマーカー画像によるモデルの重畳検証では、調査時間帯である深夜2時において図-2(b)の埋設管モデルを使用し、マーカー画像によるモデルの重畳検証を行った。図-4に、検証地と深夜2時における検証結果を示す。図-4(b)に示す様に、深夜の照明が暗い調査時間帯においてもマーカー画像を用いたモデル重畳は可能であることが分かった。また、図-4(c)に示すように、本システムでは

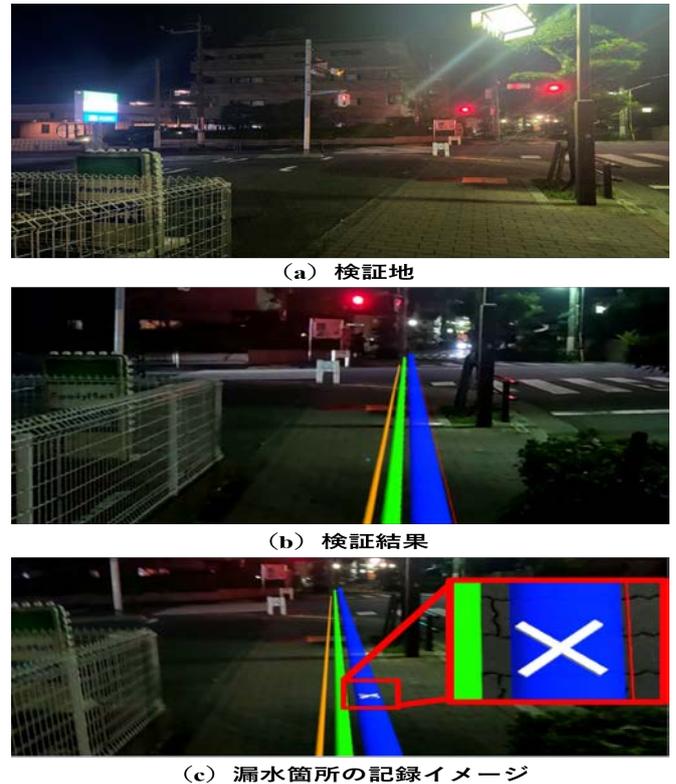


図-4 モデル重畳検証結果

漏水箇所に対してチェックオブジェクトを設置し、漏水箇所を記録する機能を設ける予定である。これらの結果から、漏水調査において本システムの利用が可能であることが示された。

現在、図-4(c)に示すチェックオブジェクトの設置位置を記録する機能の実装を行い、第1漏水調査者がチェックオブジェクト設置しその位置を記録することで、第2調査者や他調査者が後日、漏水疑い位置を確認可能な機能を実装中であり、作成したシステムの適用結果については講演時に示す。

5. おわりに

本報告では、漏水調査の効率化を行うことを目的として、MRに基づく漏水調査の支援システムの構築を行った。漏水調査での本システムの適用性と有効性を示すために、漏水調査を想定した移動によるモデル重畳誤差の検証と漏水調査時間帯である夜間でのマーカー画像を用いたモデルの重畳検証を行った。

今後は、GPS等の位置情報を利用した位置合わせ手法を用いた、マーカーレスのMR可視化を実装する予定である。

参考文献

- 1) 千葉慎二：Microsoft HoloLensの技術とその活用，日本画像学会誌，Vol.58，No.3，pp.I.300-I.305，2019
- 2) 藤飛，榎山和男，吉永崇，琴浦毅，石田仁：施工現場における地下埋設物のMR可視化システム，土木学会土木情報シンポジウム講演集，Vol.45，pp.17-20，2020.