

AR 可視化システムにおける移動と照度変化に伴う重畳精度と安定性について

中央大学大学院	学生員	○ 洲崎	文哉
中央大学	正会員	檜山	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、拡張現実感 (Augmented Reality, 以降 AR) 技術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数多くの適用がなされている。著者らはこれまで、近年普及が著しいスマートフォン・タブレット端末に着目して、地下埋設物に対する AR 可視化システムの構築研究を行い、その有効性を示してきた^{1, 2)}。既往のシステムでは、デバイス本体に搭載しているセンサーによる慣性測定とカメラ映像から得られる特徴点の変化を用いてデバイス本体の自己位置推定を行っているため、自由な視点・移動での可視化を可能にしたが、一方で可視化中の移動によって重畳位置がずれるという問題が指摘されていた。また、光量の差異などによる重畳の安定性についても十分な検証が行われていなかった。

そこで本研究では、構築した AR システムにおいて可視化中の移動に伴い発生する重畳の精度を定量的に検証するとともに、光量の差異による重畳の安定性について検証を行った。

2. システム概要

図-1 に本システムのフローチャートを示す。以下にフローチャートの各項目について述べる。

(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。また、AR の開発キットとして、iOS に対応する ARKit を用いる。また、デバイスは iPadPro の 11 インチ (2020 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、あらかじめ作成した 3D モデルを用いる。

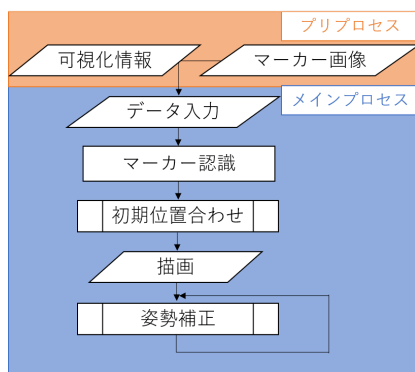


図-1 本システムにおけるフローチャート

(3) マーカー認識・初期位置合わせ

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、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、CAD 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。

(4) 描画・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 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. 移動によって発生するずれの検証

AR 可視化中の移動によって発生するずれを計測するために、図-2 に示すような直径 10cm、長さ 1m の円柱を Z 方向 (移動方向) に 1m 間隔に設置し、5m 毎に目印となるモデルを用意した。5m 毎に設置されている円柱では、赤・青色を 10cm 間隔で交互に配置しており、X 方向にも円柱を設置することで X 方向のずれも確認できる。

(1) 検証状況

屋外での検証状況を図-2 に示す。図-2 に示すように、メジャーを Z 方向に設置し、メジャーの 0m 地点にマーカーを三脚によって設置した。マーカー認識後、図-2 に示したモデルの重畳が開始された後、40m 後方に向かって移動し、ずれを確認した。また、40m 移動後、側面に移動し、Y 方向 (鉛直方向) のずれを確認した。

(2) 検証結果

検証した結果を図-3 に示す。各 5m 毎の地点に目印となるような緑色のテープを張り付けてある。

X 方向 (メジャーに対し直交方向) のずれでは、重畳させたモデルの X 方向部分から 40m 地点では、約 20cm ほど X

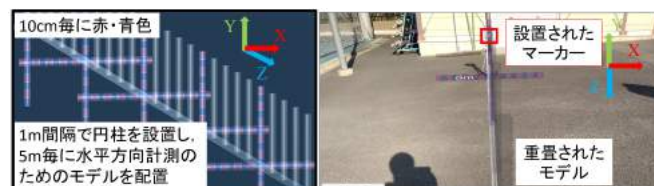


図-2 重畳させるモデルとずれ検証の様子

KeyWords : Augmented Reality, 可視化, ARKit, 重畳精度, 安定性

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

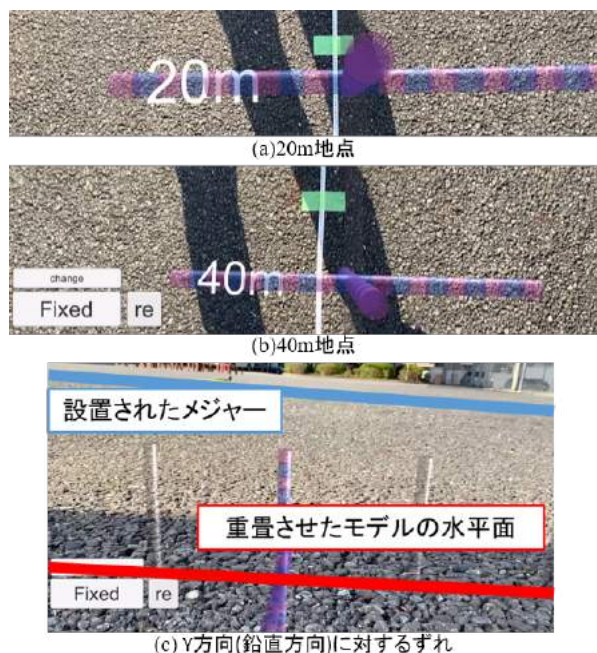


図-3 移動によって発生したずれ



図-4 Z方向(移動方向)のずれの大きさ

方向にもずれており、移動距離が増えるほど X 方向の角度がずれていることが確認できた。

40m 移動後に側面に移動し、Y 方向(高さ方向・鉛直方向)のずれを確認した結果を図-3の(c)に示す。実際に設置されたメジャーが青線になり、重畳させたモデルの水平面(赤線)がこの青線と重なることが正しい位置となるが、図-3の(c)より、長さ1mの円柱以上に下にずれて重畳されており、鉛直方向に大きくずれていることが分かる。

本検証を3回行い、Z方向のずれを計測した結果を図-4に示す。図-3に載せた結果は1回目となる。移動距離に対し、ずれが比例して増えていく傾向が確認できる。3回目のずれが他の結果より小さく出ている原因として鉛直方向に対する角度のずれが大きく出ている、真上から見た状態でのずれは計測上は小さくなったと考えられる。

4. 照度差による重畳の安定性の検証

本検証を行った場所と移動経路を図-5に示す。

マーカーの中心にモデルを重畳させ、マーカー設置位置から構造物の周り(約80m)を一周する。一周後、図-5の初期の重畳位置からモデルがずれるが、光量が多い場合と光量が少ない場合での光量差での安定性の検証を行った。



図-5 検証場所及び重畳の初期位置

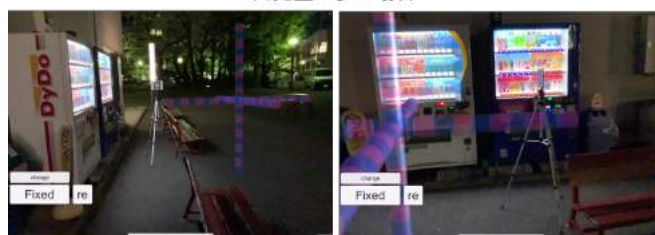
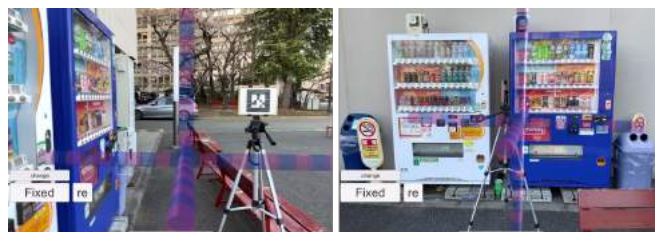


図-6 光量差による結果

光量による安定性の検証を行った結果を図-6に示す。光量が多い場合よりも少ない場合の方が大きくずれていることが見て取れる。また、光量が多い場合では、マーカー位置に近づいた際に、一度認識した特徴点による重畳位置の補正がかかるような挙動があったが、光量が少ない場合には見られなかった。光量が少ない場合では、光量がある程度あったマーカー位置でもマーカー認識が行われないケースがあり、自販機の光が片側から多くあることが原因として考えられる。そのため、照明などで光が偏る場合、光量がある程度あったとしてもマーカー認識が不安定になることが確認できた。

5. おわりに

本研究では、構築した AR システムにおいて可視化中の移動に伴い発生する重畳の精度について検証するとともに、光量の差異などによる重畳の安定性について検証を行った。その結果、前者に対しては移動距離に比例して重畳のずれが発生することを確認し、後者に対しては光量が十分でない場合では、重畳が不安定となることを確認した。

今後は、引き続き様々な条件下での重畳のずれと安定性について検証するとともに、改善方法について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 池田直旺, 樫山和男, 吉永崇, 琴浦毅, 石田仁: 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, 計算工学講演会論文集, Vol.24, C-13-01, 2019.
- 2) 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, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.77, No.2, pp.I.131-I.139, 2021.