

傾斜面へのマーカー設置可能なAR可視化システムとその適用性の検討

中央大学大学院	学生会員	○ 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	堤 彩人
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) 技術を用いた可視化の有用性が認識されている。土木工学分野における AR 可視化の有効な事例の一つに、地上から確認できない地下埋設物の可視化がある。

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¹⁾²⁾を行ってきた。しかし、既存のシステムにおいて、マーカーを底面に設置する場合、マーカーを水平に設置できない場所では、マーカーの傾き具合によりモデルも傾いた状態で重畳されてしまう問題点があった。

そこで、本システムではマーカー認識時にデバイスが認識している重力下向きを用いる初期位置合わせ手法を構築し、従来手法との比較を行った。また、本システムの適用例として、地盤改良の施工に適用し、従来のように地下埋設物を可視化するだけでなく、施工中の薬剤注入によって発生する削孔ラインと地盤改良体といった地中の出来形を合わせて可視化を行い、本システムの施工管理における適用性の検討を行った。

2. 本システムの概要

(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 ARKit 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 を用いた。

(2) 可視化情報

可視化情報としては、図-1 に示すような比較検証用のモデルを用いる。10m 四方の平面とマーカー中心位置と X 軸方向、Z 軸方向に中心位置から 5m 地点にそれぞれ直径 5cm・高さ 1m の円柱 (X 軸方向位置：赤色、中心：緑色、Z 軸方向位置：青色) を設置している。このモデルを用いて

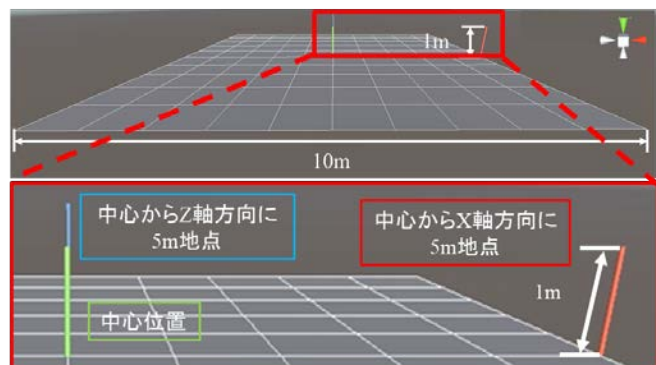


図-1 比較検証用モデル

従来手法と本手法の比較・検証を行う。

(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-2 に初期位置合わせ手法を示す。

既存のシステムでは、マーカーから三軸 (X,Y,Z) の角度と座標の取得を行っていた²⁾。しかし、座標の取得精度が高いのに対し、角度取得の際に大きく傾いてしまうような場合があった。そこで、アプリケーション起動時に取得される重力の下向きを用いて、Y 軸を決定することで、水平面を決定する (図-2(a)(b) 参照)。そしてマーカーを認識し、その水平面に対し、マーカーが向いている方向を取得することで Z 軸が決定し、Y 軸と Z 軸が決定することで、自動的に X 軸も決定する (図-2(c) 参照)。マーカー認識時に取得した座標と決定した角度をモデルに与え、重畳位置を決定することで、水平を正しく取得したモデルの重畳が可能になる (図-2(d) 参照)。また、マーカー設置位置が斜面のような場合でも、水平を正しく重畳が可能となる。

3. 初期位置合わせ手法の比較検証

(1) 検証方法

従来手法と本手法の比較検証を行うために、図-3 にマーカーの設置方法を示す。図-3(a) では、平面にそのままマーカーを置くような場合、図-3(b) では、マーカーの片側を 6cm 高くし、斜面に設置した場合でそれぞれ従来手法と本手法で図-1 を重畳させ、比較を行う。

(2) 検証の結果

図-4 に従来手法 (左) と本手法 (右) の比較の結果を示す。

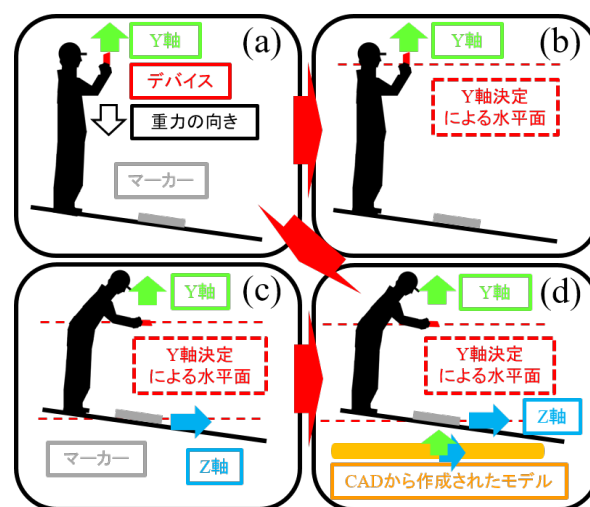


図-2 初期位置合わせ手法

KeyWords : Augmented Reality, 可視化, 地下埋設物, 施工管理

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 マーカーの設置方法

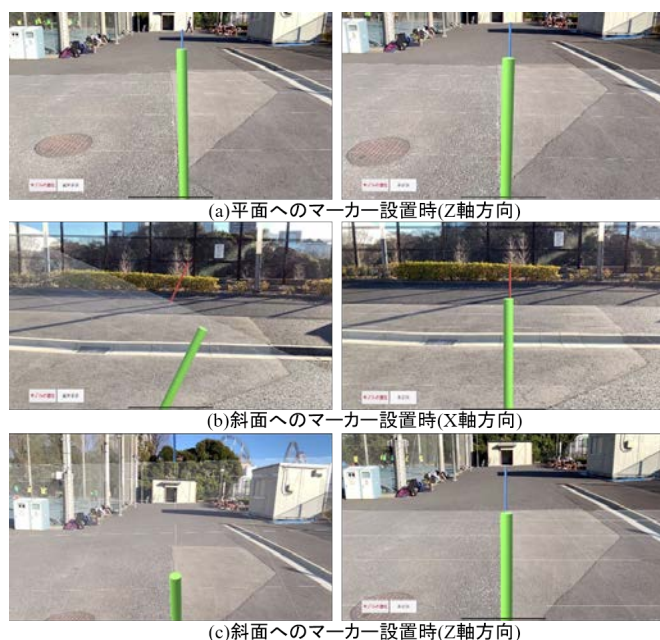


図-4 従来手法(左)と本手法(右)の比較結果

図-4(a)に示すように、平面へのマーカー設置の場合、両手法での重畳において差異は見られず、大きな傾きもなく、重畳ができていた。しかし、図-4(b)と(c)に示すように、斜面にマーカーを設置した場合、従来手法では、Z軸方向・X軸方向のどちらを見ても大きく傾いて重畳されてしまっているが、本手法では大きな傾きもなく、水平に重畳できており、平面に設置した場合とも差異が見られなかった。

本手法を用いることで、斜面のような場所でもマーカー設置が可能となり、安定して水平にモデルの重畳が行えるようになることが確認できた。

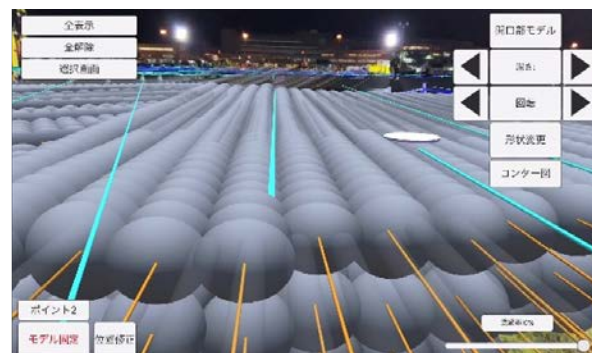
4. 適用例

(1) 概要

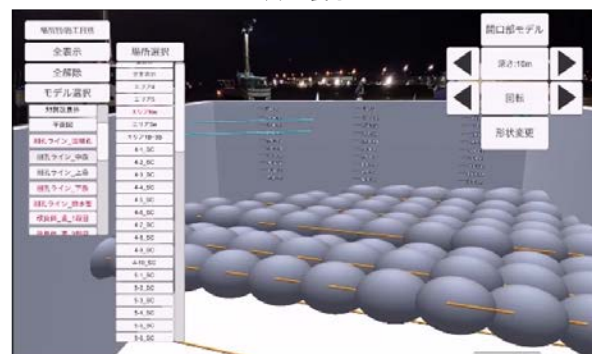
本システムの適用例として、地中に薬剤を注入することで地盤改良の施工を行っている空港でのAR可視化を行った。薬剤注入用の削孔を行い、薬剤を注入し、地盤改良体(薬剤によって固められた球体)を生成するため、実際に埋まっている地下埋設物だけでなく、削孔のラインや地盤改良体のような出来形もモデルとして可視化を行う。

(2) 可視化結果

実際に現地で可視化を行った結果を図-5に示す。図-5(a)に示すように、広範囲なモデルを可視化しているが、水平に正しく重畳出来ている様子が分かる。しかし、モデル数が多くあり、情報量が多い。そこで、穴が空いているかのような表現を行い、範囲内のみを可視化できる開口部モデルと場所別・深さ層別で表示する機能を用いた様子を図-5(b)に示す。見たい情報を抽出して確認でき、平面座標的理解だけでなく、深さ方向に対する理解も深まり、より三次元的な理解が深くなることが確認できる。



(a)全表示



(b)場所選択と深さ別(下段のみ表示)



(c)施工日別表示

図-5 可視化結果

施工日別で改良体を確認できる機能を行った結果を図-5(c)に示す。表示している注入日を赤、注入日より前の注入済み透過させている。図-5(c)のように、日付と対応した改良体により施工箇所が容易に分かり、注入済みを累積させることで施工進捗の把握が視覚から可能になる。

5. おわりに

本研究では、斜面へのマーカー設置に対し有効な初期位置合わせ手法を構築し、従来手法との比較により、その有効性を示した。また、構築した手法を用いて、地盤改良施工でのAR可視化を行い、地中の出来形にも有効であることが確認でき、施工維持管理支援に有効なシステムであることが確認できた。

今後は、モデルの深さや奥行に対する表現方法の検討とマーカー設置の角度決定の容易化を行う予定である。

参考文献

- 1) 池田 直旺, 花立 麻衣子, 檜山 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, No.2, pp.48-54, 2017.
- 2) 洲崎 文哉, 檜山 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.