スマートフォンを用いた マーカーレス AR 技術に基づく環境流れ問題可視化システムの構築

中央大学大学院　学生員　○ 菅田　大輔
中央大学　正会員　樫山　和男
東京都市大学　非会員　宮地　英生
五洋建設　正会員　前田　勇司

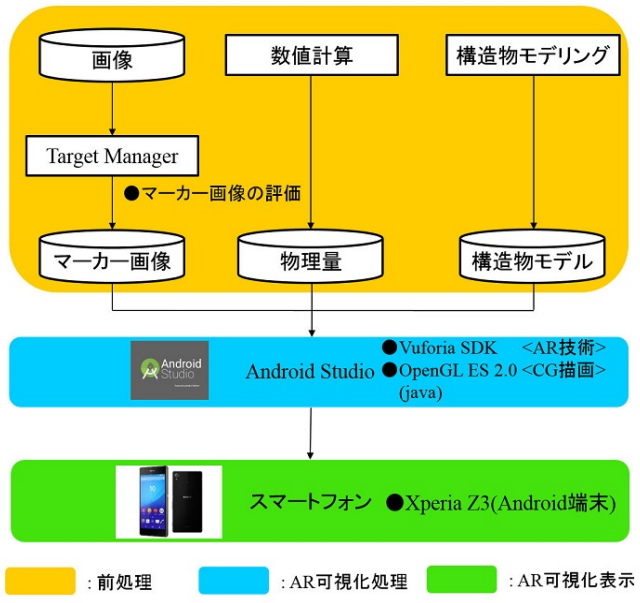
1. はじめに

著者らはこれまで, マーカーレス AR 技術に基づく環境流れ問題のための可視化システム[1)] の構築を行ってきた. しかし, PC でのアプリケーション開発であったため, AR を実現するためには屋外に重いハードウェアを持ち運ばなければならなかった.

そこで本論文では, 近年, 普及の著しいスマートデバイスの 1 つであるスマートフォンに着目し, 環境流れ問題のための AR 可視化システムの構築を行った. 適用例題として, 構造物周りの大気環境流れ問題を取り上げ, システムの妥当性と有効性の検討を行った.

2. 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. 前処理パートにおける工程にしたがって, 入力する各種データを作成する. AR 可視化処理パートにおける工程については著者らの既往の研究[1)] と同じである. なお, 統合開発環境は Android Studio を用いており, プログラミングは Java 言語を用いて記述している. また, 画像認識に基づくマーカーレス AR 技術には, Vuforia SDK[2)] ライブラリを用い, CG 映像の描画には OpenGL ES 2.0 ライブラリを用いている. 以上の処理より, 生成した AR アプリケーションをスマートフォンに移行し, AR 可視化表示を行う. なお, スマートフォンには, Android OS に基づく Xperia Z3 を用いている.



図－1 本システムのフローチャート

3. マーカーレス AR 技術

Vuforia SDK ライブラリが提供する画像認識に基づくマーカーレス AR 技術は, 以下に示す 2 つの手法がある (**図**-2 参照).

(1) Image Tracking

Image Tracking は, **図**-2 左に示すように登録したマーカー画像の自然特徴点と比較して, カメラビュー内の特徴点を検出し追跡する手法であり, 著者らの既往の研究[1)] において使用してきた.

(2) Extended Tracking

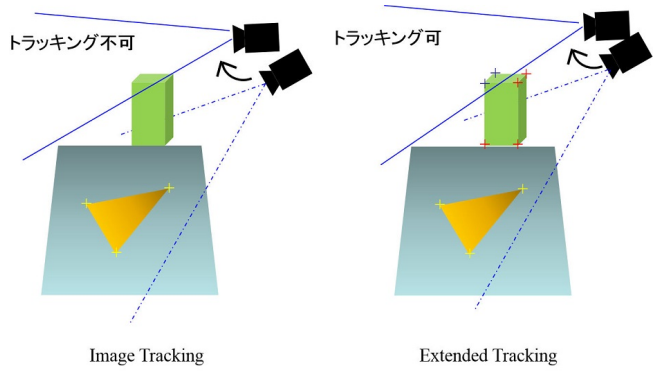
Extended Tracking は, **図**-2 右に示すようにカメラビュー内のマーカー画像の特徴点とその周囲環境の特徴点を抽出し, マーカー画像の存在する相対的な位置を把握することで, カメラビュー内にマーカー画像が映っておらずとも, 追跡を持続させる手法である. 本研究では, 広範囲のカメラ移動が可能である Extended Tracking に着眼し, AR 可視化システムの構築を行っている.

4. マーカー画像の評価機能

前処理パートにおいて, 入力のためのマーカー画像を生成する際, Vuforia の Target Manager を使用する. Target Manager では, 登録した画像から自動的に解析された特徴点の分布が可視化される. また, マーカー画像の検出と追跡のしやすさの指標が 0 から 5 段階で与えられる[2)].

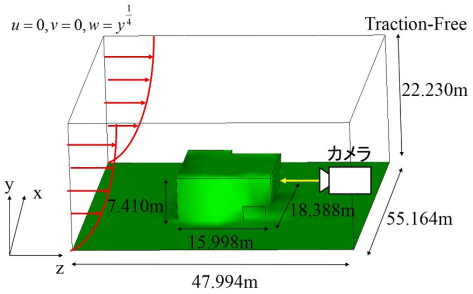
5. 適用例

本システムの適用例として, **図**-3 に示すような構造物周りの 3 次元気流シミュレーション結果を AR 可視化した. 3 次元気流シミュレーションには, 有限要素法による等温場流れの 3 次元 Navier-Stokes 方程式を用いた数値計算[3)] を



図－2 トラッキング手法

KeyWords： スマートフォン, マーカーレス AR 技術, 可視化
連絡先： 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27　TEL. 03-3817-1815 Email: sugeta@civil.chuo-u.ac.jp



図－３　解析領域

行っている．なお, 解析条件として, 側面・上端面には slip 条件，底面・構造物壁面には non-slip 条件を用いた．本例では, **図**-3 に示すようなカメラの位置と方向から AR 可視化された流れ場の観察を想定する．そこで, **図**-4 に示すような対象構造物を含めた画像をマーカー画像に選定した．また, マーカー画像を生成するため, Target Manager を使用した．その結果, **図**-5 左に示すような特徴点の分布図を得た．また, **図**-5 右上に示すようにマーカー画像の検出と追跡のしやすさの指標は 1 であったが, 本適用例では, マーカー画像と同様の空間を検出後, CG 映像が安定して可視化されることを確認した．**図**-6 にマスク処理適用後の可視化結果を示す． 次いで, マーカー画像を検出後, CG 映像が安定に重畳されていることを確認したうえで, 周囲環境の特徴点をカメラビュー上で捉えるため, スマートフォンを緩やかに右方向へ弧を描くように移動させた．その結果, **図**-7 に示すように, カメラビュー上にマーカー画像として登録した空間が

図－４　マーカーに選定した風景画像

図－５　マーカー画像の評価

図－６　AR 可視化結果

図－７　Extended Tracking による AR 可視化結果

完全に映らなくとも AR 可視化が持続することを確認した．以上より, Extended Tracking に基づく AR 可視化は, 従来のシステムにおけるマーカー画像認識のロバスト性を向上させ, 広範囲の流れ場を観察可能であることを確認した．

6.　おわりに

本論文では, スマートフォンを用いたマーカーレス AR 技術に基づく環境流れ問題可視化システムの構築を行った．本システムの適用例題として, 屋外構造物周りの大気環境流れ問題を取り上げ，3 次元気流シミュレーション結果を AR 可視化した．

- 3 次元気流シミュレーション結果のスマートフォンにおける AR 可視化が可能となった．
- Vuforia SDK に基づく Extended Tracking の実装により, 屋外における AR 可視化の適用性が向上した．

今後は，他の可視化手法の実装を行うとともに位置合わせ精度の向上として, GPS を用いた可視化システムの構築を行う予定である．

参考文献

1) 菅田大輔，樫山和男，宮地英生，前田勇司：環境流れ問題のためのマーカーレス AR 可視化システムの構築と適用性の検討，土木学会論文集 F3(土木情報学)，Vol.71, No2.(印刷中)
2) Vuforia 開発者サイト https://developer.vuforia.com/
3) 池田哲也，樫山和男:安定化有限要素法による都市の温熱環境解析手法の構築，土木学会論文集 A2(応用力学),Vol.69,No.2,pp.107-114,2013.