

AR 技術を用いた水環境流れ解析のための情報可視化に関する研究

中央大学	学生員	花立	麻衣子
中央大学大学院	学生員	菅田	大輔
中央大学	正会員	櫻山	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

近年, AR (Augmented Reality) 技術に基づく可視化手法は, 建設分野においても注目され始めている¹⁾. AR とは, カメラで撮影している現実世界の映像に CG を合成させ, 情報を付加表示する技術である.

本論文では, 津波・洪水といった水災害シミュレーションや海上工事での施工補助といった水環境での情報可視化を AR に適用することを目的とする. AR のトラッキング手法として, 画像認識を用いたビジョンベース手法があるが, その中でも対象環境の風景画像を登録する 2D マーカーレス AR 手法は, カメラ付きのパソコンひとつで位置合わせが可能である²⁾. しかし, 屋外での画像認識は, 日照状態や登録画像の選択方法が CG の重畳表示の安定性に大きく影響を及ぼす. 特に水環境での風景画像は, 画像認識を行う上での特徴点と比較的少ないため, 重畳させる CG が不安定に揺れ動き, 意図した位置に CG を重畳させることが困難となる. そこで, 本論文では, 水環境流れ解析のための 2D マーカーレス AR 手法において, より安定した重畳を目指し, 目的・環境に応じたトラッキング手法について検討を行った.

2. ビジョンベース AR の可視化工程

ビジョンベース AR 手法のフローチャートを図-1 に示す. AR 実現のためのライブラリとして Metaio SDK³⁾ を用いた. プログラムは C++ で記述し, CG は OpenGL で描画している. また, 入力データに用いる環境シミュレーション例として, 浅水長波方程式を用いて計算された流速ベクトルの可視化を水面上で行う. 解析に関する詳細は参考文献⁴⁾を参照されたい.

(1) データ入力

a) 点群データ

水面上において, 流速ベクトルを矢印で表現するにあたり, 点群データ構成は $(x, y, r, g, b, u, v, s1,)$ となっており, 節

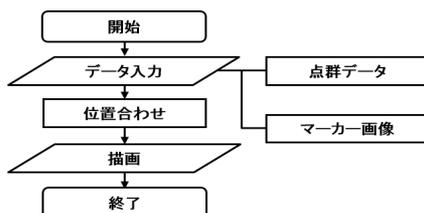


図-1 meraio を利用したビジョンベース AR の可視化工程

点数分のデータがある. ここで, (x, y) は 2 次元の節点座標であり, 解析領域内の各節点に対応する. (r, g, b) は 0~0.1 の値を取るカラーモデルであり, 流速の大きさを色で表現した. (u, v) は水面の流速ベクトル, $(s1)$ はベクトルの回転量を表す.

b) マーカーデータ

2D マーカーレス手法は, モデルを重畳させる図-2(左)のような対象空間の風景画像を予め登録する必要がある. 登録した画像とカメラの映像の特徴点の一致度から CG が描画される.

また, ID マーカーと呼ばれる正方形の黒枠で囲われた図形コードが認識されることで CG が重畳される ID マーカー手法がある. 2D マーカーレス手法とは異なり, 白と黒二色で編成された図形コードで認識されるため, より確実に CG が重畳される. ただし, 現実空間に図-2(右)に示すような ID タグを設置する必要がある.

(2) 位置合わせ

上記のように作成したベクトルを, 現地にて図-3 に示す 9 つの位置合わせ用パラメーターを用いて位置合わせを行う. これらのパラメーターは登録画像や ID マーカーの中心を基準に変換がかけられる.

3. 検証例題

今回, 2D マーカーレス手法と ID マーカー手法 2 つのトラッキング手法を用い, 東京都千代田区の神田川を対象に, 橋の上から流速ベクトルの重畳について比較検討した.



図-2 登録マーカー

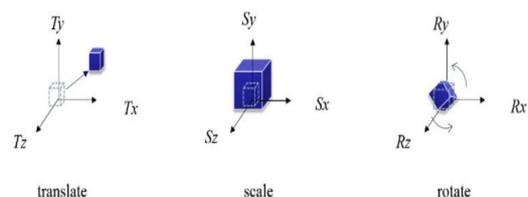


図-3 位置合わせ用パラメーター

KeyWords: Augmented Reality, 水環境流れ, 可視化

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL: 03-3817-1815 Email: hanadate@civil.chuo-u.ac.jp



図-4 曇りの日の環境



図-6 晴れの日の環境



図-5 曇りの日の重畳結果



図-7 晴れの日の重畳結果



図-8 ID マーカーの重畳結果

(1) 2D マーカーレス

登録画像は、図-4 に示すように、検証を開始する直前に撮影した風景画像を登録画像 A とし、登録画像 A から水面部分を避けて構造物部分を切り取った 2 枚の画像をそれぞれ登録画像 B、C とする。これら 3 パターンの登録画像を用意し、曇りの日と晴れの日でベクトルの重畳を行う。

a) 曇りの日

対象空間の日照状態の変化の少ない曇りの日に検証を行った結果、図-5 に示すように 3 枚の登録画像いずれの場合もベクトルが重畳された。ベクトルがやや揺れ動くものの、約 1 時間の検証の間重畳され続けた。

b) 晴れの日

また、別日の快晴時にも同様の検証を行った。結果は、登録画像 B では重畳されなかった。原因として、日照状態の変化が考えられる。登録画像撮影時から重畳時まで約 15 分間であったが、図-6 に示すように、現実世界の日照状態が大きく変化しているため、画像が認識されなかったと考えられる。また、登録画像 A、C ではベクトルが重畳されたが、図-7 に示すようにベクトルが不安定に揺れ動いた。更に、時間の経過と共に登録画像 A、C も登録画像 B と同様に認識されずらくなり、検証開始から約 1 時間経過した頃には登録画像 A~C いずれの場合もベクトルが重畳されなくなった。

(2) ID マーカー

検証環境によっては、日照状態の変化が激しい場合や、2D マーカーレス AR に適した特徴点のある構造物が存在しない場合もある。そこで、同検証場所にて、10.5cm × 10.5cm の ID タグを橋の欄に設置し、ID マーカー手法の検証を行った。重畳の結果を図-8(左) に示す。2D マーカーレス手法で発生したベクトルの揺れが解消され、安定性が向

上した。また、ID タグがカメラ画像に含まれている範囲であれば、図-8(右) に示すように、2D マーカーレス手法では不可能であった構造物の含まれない水面部分のみにカメラを向けた状態でベクトルを重畳させることが可能となった。

4. おわりに

本論文では、ビジョンベース AR 技術を用いた水環境流れ解析の計算結果の可視化を例に、2 つのトラッキング手法の比較検討を行い、以下の結論を得た。

- 2D マーカーレス手法において、画像認識、CG モデルの安定性は日照状態の影響を大きく受ける。
- ID マーカー手法を用いることで、2D マーカーレス手法に比べ重畳の安定性が向上し、構造物が含まれない範囲での重畳が可能となった。

今後の課題として、他の水辺環境での日照条件の変化による比較検討等が挙げられる。

参考文献

- 1) 特集 VR/MR/AR, JACIC 情報 103(日本建設情報センター), Vol.26, No.3, pp.5-21, 2011.
- 2) 菅田大輔, 榎山和男, 宮地英生, 岩塚雄大:環境流れ問題のための AR 可視化システムの構築と適用性の検討, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.40, pp.239-242, 2015.
- 3) D. Kurz and S. Benhimane, "Gravity-aware handheld augmented reality," in Proc. 10th IEEE Int. Symp. Mixed Augmented Reality, 2011, pp. 111-120.
- 4) 利根川大介, 榎山和男:安定化有限要素法による津波遡上および流体力の解析手法の構築, 応用力学論文集, vol.12, p.127-134, 2009.