

## 2D マーカーレス AR を用いた水環境流れ問題のための可視化手法

中央大学大学院	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<sup>1)</sup>. AR とは, カメラで撮影している現実世界の映像に CG を重ね合わせ, 新たな情報を付加表示する可視化技術である.

本論文は, 河川や海の水環境流れ問題に適用可能な 2D マーカーレス AR 可視化手法を検討するものである. 2D マーカーレス AR はあらかじめコンピュータに登録した任意の平面画像を元にカメラ映像から特徴点を捉えることでカメラの向き・視線を推定するトラッキング手法であり, 水環境においては対象環境の風景画像内の特徴点の有無, 日照条件など現実環境とオブジェクトとの幾何学的整合を図る上で様々な障害が生じる. 本論文では河川の水環境流れ問題を例に, 登録画像の選択方法と日照状態に着目し, それぞれ条件別に流速ベクトルの重畳の様子を観察し, 本システムの適用限界についての検討を行った.

### 2. 本システムの可視化工程

2D マーカーレス AR 技術を用いた本システムのフローチャートを図-1 に示す. 開発環境として, 2D マーカーレス AR によるトラッキング技術には Metaio SDK ライブラリを使用, CG 描画には OpenGL を用いた. また, 本手法の構築に際して, プログラミング環境は C++ を用いて記述している.

#### (1) 入力データ作成

##### a) 点群データ作成

浅水長波方程式を用い, 有限要素法により得られた河川断面平均流速から可視化用点群データの作成を行う. 解析に関する詳細は参考文献<sup>3)</sup>を参照されたい. 点群データ構

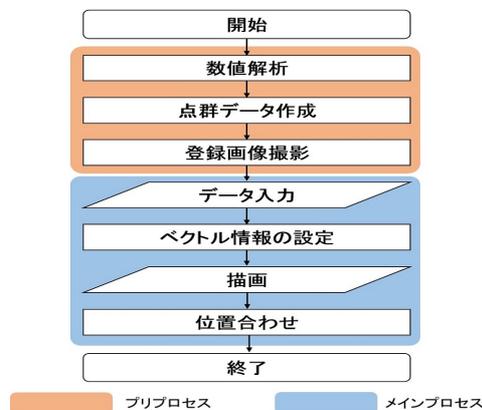


図-1 本システムのフロー

成は  $(x, y, r, g, b, u, v, s1,)$  となっており, 節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. この点群データ情報を元に CG の描画を行う.

#### b) 登録画像撮影

モデルを重畳させる対象空間の風景画像をあらかじめ撮影・登録し, この登録画像の特徴点とカメラ画像が検出した現実世界の特徴点が比較されることでユーザーが持っているカメラの向きや視線が推定される.

#### (2) 位置合わせ

上記の工程により設定したベクトルオブジェクトは仮想空間内において作成されているため, 現実空間内における座標空間情報を保持していない. そこで, ベクトルオブジェクトと現実空間との幾何学的整合性を図るために描画されたオブジェクトとカメラからの現実空間の画像を重ね合わせながら, 図-2 に示すパラメーターを用いて意図した位置に重畳する.

### 3. 登録画像に関する検討

東京都千代田区の神田川を対象として, 橋の上から断面平均流速ベクトルの水面上への重畳について比較検討した. 図-3 に示す周辺構造物を含めた 3 枚の画像をそれぞれ登録し, 正しく重畳される範囲を比較する. 登録画像 A の中心約 50% を切り取ったものを登録画像 B, 登録画像 A の中心約 25% を切り取ったものを登録画像 C とする. 登録画像撮影位置から徐々に後方へ下がり, 正しく表示されなくなった位置までの移動距離を比較した. 後方への移動距離が大きい順に登録位画像 C が約 1.5m, 登録画像が約 1.0cm, 登録画像 A が約 0.6cm であった. その原因として, カメラを動かした際, 遠方にあるものほど画像上での 3 次元的变化が現れにくく, この登録画像は画像中心ほど遠方の風景が表示されているため, 画像領域が小さくなるほど

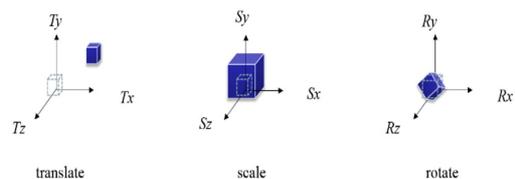


図-2 位置合わせ用パラメーター

**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

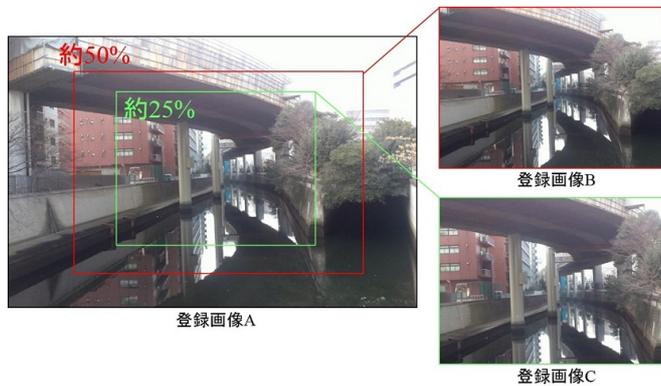


図-3 登録画像



図-4 画像状態の変化

遠方にあるものの割合が増え、カメラを移動させた際の登録画像部分に対応する画像状態の変化が小さかったためと考えられる。

#### 4. 日照状態に関する検討

屋外においては、図-4に示すように、日照状態が変化することにより、登録画像を撮影した時と使用時とでは画像状態が大きく異なる場合が発生する。

そこで本節では日照状態の変化がいかん CG の重畳に影響を及ぼすかを確認するため、日照状態別に検証を行った。

##### a) 晴れの日の例

1日を通して太陽が出ている日の朝に撮影した風景画像を登録した場合の結果を図-5に示す。登録画像撮影30分後は流速ベクトルが重畳されるものの、初めに設定した流速ベクトルの位置から移動しており、やがて1時間半後には図-5からも伺えるように画像状態が大きく変化したため流速ベクトルが現れなくなった。

##### b) 曇りの日の例

1日を通して曇りの日の朝に撮影した風景画像を登録した場合の結果を図-6に示す。この日は8時間半後まで流速ベクトルが現れ続け、重畳位置も初めに設定した位置からほとんど移動することがなかった。図-6からもその画像状態の変化が少ないことが伺え、日照状態の変化の少ない曇りの日は1枚の登録画像を利用し続けることが可能であった。

#### 5. おわりに

本論文では、2D マーカーレス 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本システムの適用限界検

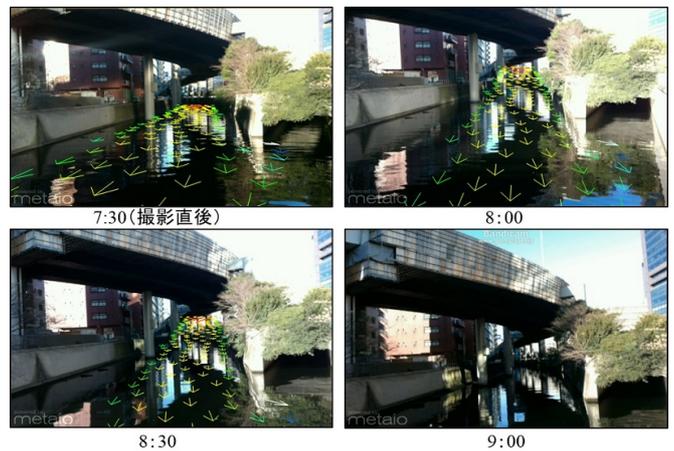


図-5 晴れの日の重畳結果

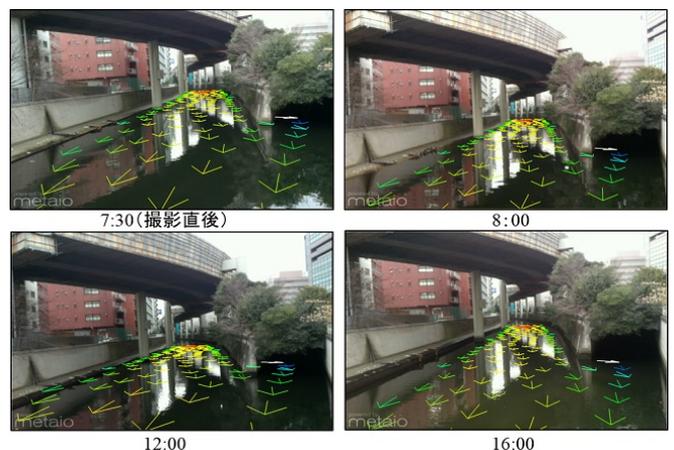


図-6 曇りの日の重畳結果

討を行い、以下の結論を得た。

- 登録画像の切り取り方については、遠方部分を小さく切り取ることで、CG と現実空間との幾何学的整合が保持される範囲が広がる。
- 日照状態の激しい場合は、位置合わせパラメータの再設定または登録画像の再撮影を行う必要がある。
- 日照状態の変化の少ない曇りの日は、1枚の登録画像を利用し続けることが可能。

今後の課題として、重畳の安定性の向上を図るための画像の切り取り方のさらなる検討、日照状態、日照時間、輝度などを用いたより詳細な検討、広域な海での検討などが挙げられる。

#### 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, 櫻山和男, 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)
- 3) 利根川大介, 櫻山和男: 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.