

AR技術を用いた水環境流れ解析のための非定常情報可視化システムの構築

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 檜山 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、水害の被害が相次いでいる我が国において、防災・減災のための数値シミュレーションが広く行われている。そして、計算結果をより直観的に認識するための可視化の重要性が認識されている。著者らはこれまで、その手法として、水環境流れ問題のためのマーカーレスAR可視化システム¹⁾の構築を行ってきた。しかし、従来のシステムでは、非定常な数値計算を行っても、AR可視化においては、任意の1ステップ分の結果のみ表示可能であった。そのため、水害などの被害の進展状況の可視化を行うことは困難であった。

そこで本研究では、ARシステムの利便性の向上を目的とし、非定常情報の可視化機能の実装を行うとともに、文字情報の表示機能の追加を行った。

2. 本システムの概要

本システムのフローチャートを図-1に示す。ARシステムの構築にはMetaio SDK²⁾ライブラリを用い、CGはOpenGL、プログラムはC++により記述している。以下では、フローチャート中の主な処理部分(図中のカッコ付き)について述べる。

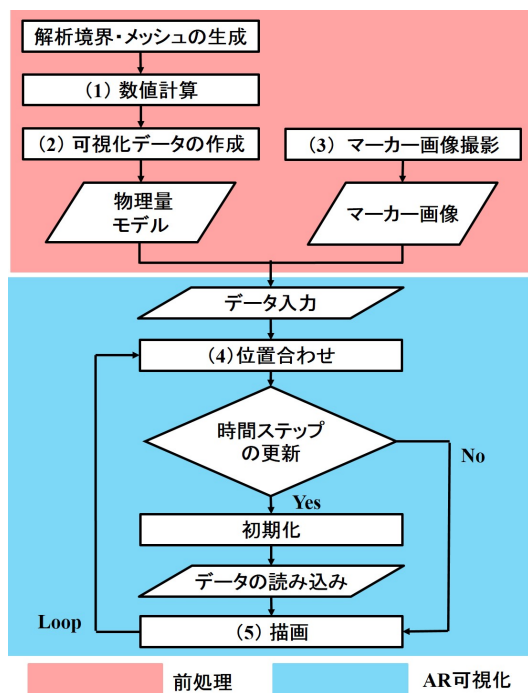
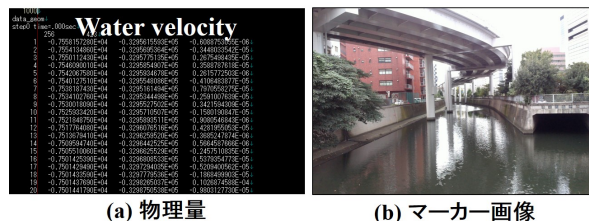


図-1 本システムのフローチャート



(a) 物理量

(b) マーカー画像

図-2 入力データ

(1) 数値計算

対象領域に対し、メッシュを生成し、水環境流れ問題のための数値計算³⁾を行う。本論文では、支配方程式として断面平均流速と水位を未知量とする浅水長波方程式を用い、離散化手法としては任意形状への適用性に優れる有限要素法を用いた。

(2) 可視化データの作成

図-2(a)に示す数値計算により得られた物理量(本論文においては流速値)のデータファイルから、描画に必要な情報のみを記述したデータファイルを作成する。従来のシステムでは任意の1ステップ分のデータファイルを用意していたが、本システムでは所定の全ステップ数分のデータファイルを用意する。

(3) マーカー画像撮影

図-2(b)に示すようなAR可視化の対象環境の風景画像をあらかじめ撮影し、これをマーカー画像として入力する。

(4) 位置合わせ

ここでは、マーカー画像とCGモデルの幾何学的整合を図るための位置合わせを行う。具体的には、CGモデルの各軸方向への移動・回転・拡大・縮小変換を行い、図-3に示すようにCGモデルの座標系をマーカー画像の座標系に一致させる。

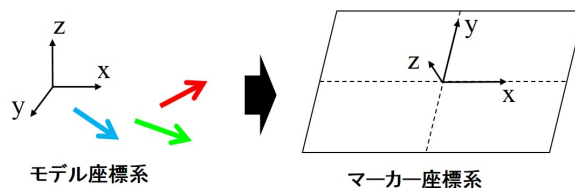


図-3 位置合わせ

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

(5) 描画

a) 物理量モデルの描画

(2) において作成した物理量モデルのデータを用いて描画を行う。従来のシステムでは、一つのデータファイルに基づいて描画を行っていたが、本システムでは、図-1のAR可視化工程に示すように、描画を行うごとに次の時間ステップに更新するか否かの判定を行い、更新する場合は指定したデータファイルを読み直すことにより非定常データの可視化を行うシステムとなっている。また、表示する時間ステップ間隔を変更することで、CG動画の再生速度を調節することが可能である。

b) 文情報の描画

物理量モデルの描画に加えて、文字情報の描画が可能となるように改良した。文字情報の描画には、GLUT (OpenGL Utility Toolkit) の文字描画関数のひとつである glutBitmapCharacter 関数を用いた。

3. 本システムの妥当性の検証

本システムの妥当性の検証のため、図-4に示す都市河川の流速のAR可視化を行った。図-4(a)に示す重畳領域に対し、節点数256、要素数423の有限要素メッシュを作成し、微小時間増分量0.1sec、総ステップ数1000の数値計算³⁾を行った。また、本例題では、流速ベクトルの矢印の長さを一定とし、流速の大きさを色で表現している。そのため、物理量モデルとして、それぞれ節点座標、流速値、色情報、矢印の向き情報を記述した1000ステップ分のデータファイルを入力した。マーカー画像には図-5に示す風景画像を用いた。なお、マーカー画像に関して、CGモデルの安定的な重畳を行うために、マーカー画像内に非定常な動きが懸念される水面部分は含めず、構造物部分のみを用いている。また、本例題では文字情報描画機能を用い、現状の実時間を表す文字列を描画する。

図-6、図-7にAR可視化結果を示す。マーカーを認識すると、計算結果の1ステップ目から順に流速ベクトルが非

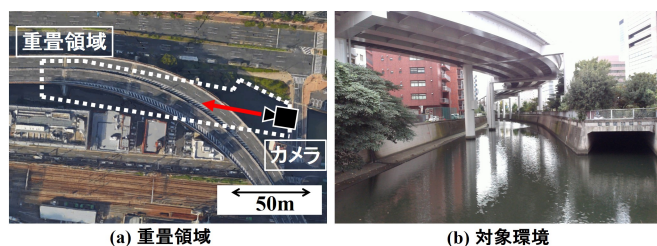


図-4 検証例題



図-5 マーカー画像

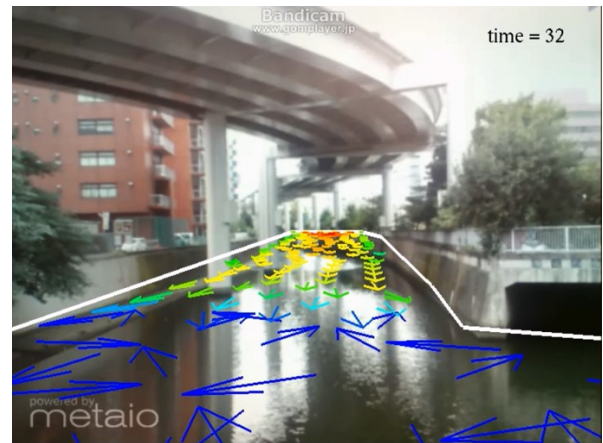


図-6 32 ステップ目の可視化結果

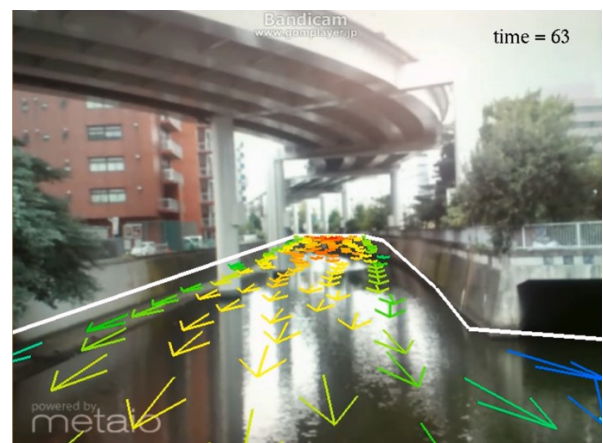


図-7 63 ステップ目の可視化結果

定常表示され、図の右上に示すように、実時間を表す文字列が、流速ベクトルの変化に対応して表示されていることを確認した。

以上より、本システムは、本例題で取り上げた数値計算結果の全ステップ数分の流速情報を非定常的にAR表示することが可能であることを確認した。

4. おわりに

本論文は、従来の環境流れ問題のためのマーカーレスAR可視化システムの利便性の向上を目的として、非定常のシミュレーション結果のCG情報および文字情報のAR可視化機能を実装した。

今後の課題として、計算結果のAR可視化において、ベクトル以外の可視化表現や、CGの高品質化が挙げられる。

参考文献

- 1) 花立麻衣子, 菅田大輔, 樫山和男, 宮地英生, 前田勇司, 西畑剛: 水環境流れ問題のためのマーカーレスAR可視化システムの適用性の検討, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.41, pp.121-124, 2016.
- 2) D. Kurz and S. Benhimane, "Gravity-aware handheld augmented reality," in Proc. 10th IEEE Int. Symp. Mixed Augmented Reality, 2011, pp. 111-120.
- 3) 利根川大介, 樫山和男: 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.