

水災害・環境シミュレーションのためのAR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	池田	直旺
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
五洋建設	正会員	西畑	剛

1. はじめに

近年、水災害や水環境に関するシミュレーションが広く行われていると共に、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注目されている。著者らはこれまで、平面画像に基づくマーカーレスAR技術を用い、環境シミュレーションのためのAR可視化システムを構築してきた¹⁾²⁾。しかし、従来のシステムでは、AR可視化表示において、シミュレーション結果の任意の1ステップ分の結果のみの表示であった。

そこで、本論文では、既往のシステム¹⁾に非定常情報の可視化機能を追加し、実装を行った。また、本システムの有効性を検証するため、都市河川を適用例題として取り上げ、水面流速および水位情報のAR可視化を行った。

2. システム概要

図-1に本システムのフローチャートを示す。以下、既往のシステムから変更した処理工程(フローチャート中の着色部分)について述べる。その他の処理工程については参考文献1)を参照されたい。

(1) 可視化情報

ここでは、シミュレーション結果を可視化するためのデータを作成する。対象領域に対し、水環境流れ問題のための数値解析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

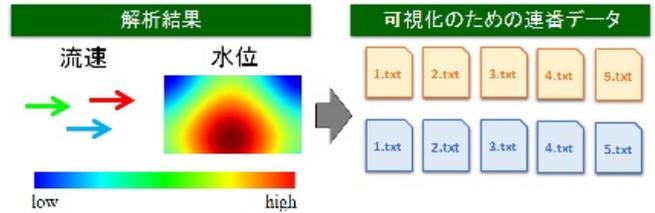


図-2 入力データ

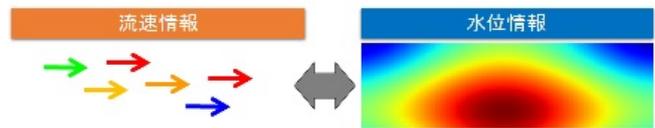


図-3 コンテンツの切り替え

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。図-2に示すように、数値解析から得られた情報から、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入力していたが、本システムでは所定のステップ数分のデータファイルを連番形式で入力する。

(2) 開発環境

本システムはAndroid端末向けに開発しており、統合開発環境にはAndroid Studioを用いている。AR技術にはVuforia SDKのExtended Tracking技術を用い、CG映像はOpenGL ES2.0を用いて描画を行っている。また、プログラムはJava言語で記述している。

(3) 可視化情報の切替

本システムでは、描画の度にシミュレーション結果の次の時間ステップに更新するか否かの判定を行い、更新する場合は描画情報を切り替えることで非定常表示を可能としている。また、時間ステップの更新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。

(4) コンテンツの切替機能

本システムでは、ボタン操作によるコンテンツの切り替え機能を追加した。AR可視化表示を行う際、画面上に表示されるボタンをユーザーが操作することで、図-3に示すように可視化コンテンツの切り替えが行われる。その為、任意のタイミングで可視化したい情報を変更することが可能である。

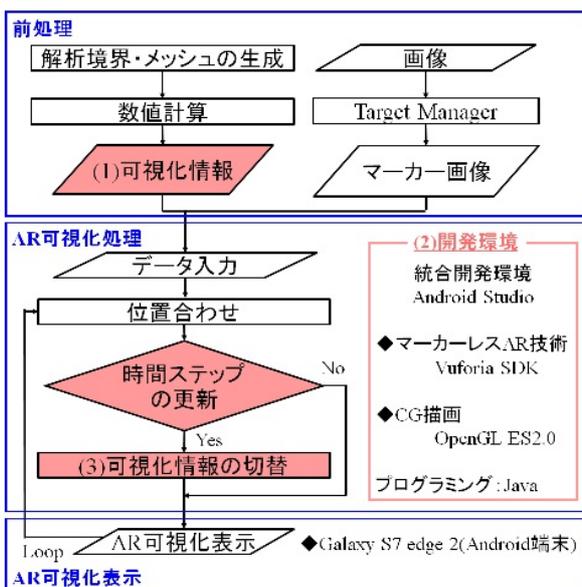


図-1 本システムのフローチャート

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: a12.atet@civil.chuo-u.ac.jp

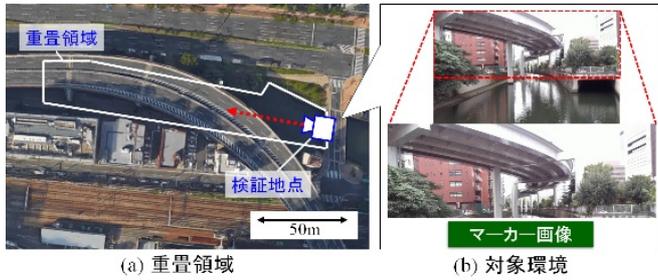


図-4 対象環境およびマーカー画像

3. 適用例題

(1) 対象環境および入力データ

本システムの妥当性の検証のため、東京都千代田区の神田川(図-4)を対象としたシミュレーション結果のAR可視化表示を行った。図-4に示すように、水面および周辺構造物を見渡すことのできる橋の上から、上流方向(赤矢印方向)にデバイス向け、検証を行った。図-4(a)の重畳領域に対し、節点数256、要素数423の有限要素メッシュを作成し、数値解析³⁾により断面平均流速および水位を求めた。シミュレーション結果の表現方法として、流速情報はベクトルとして一定の大きさの矢印で表現し、流速値が大きいほど赤く、小さいほど青となるようにグラデーションを付けた。また、水位情報はカラーコンターとして面で表現し、水位が高いほど赤く、低いほど青くなるようにグラデーションを付けた。これらを描画するための情報を記述したデータファイルを、それぞれ100ステップ分ずつシステムへ入力した。マーカー画像として、図-4(b)に示すように、水面部分を切り取った風景画像をマーカー画像として登録した。その理由として、水面は光を反射しやすく、また、風や水の流れ、日照条件などによる動的な変化が生じやすいことから、AR可視化表示の際、CGモデルに不規則な振動が発生する恐れがあるからである。

(2) 可視化結果

アプリケーションを起動し、マーカーが検出されると、図-5に示すように計算結果の1ステップ目から100ステップ目まで、図中の矢印が示す順に流速情報が非定常表示されることを確認した。また、アプリケーションの起動時には図-6(左)に示すように、流速情報が表示されるが、ボタン(画面左上)のタッチ操作により、流速情報図-6(左)と水位情報図-6(右)の可視化情報およびカラーバーの切り替えが行われることを確認した。水位情報においても、図-7に示すように、図中の矢印が示す順に計算結果が非定常表示されることを確認した。なお、流速情報と水位情報の時間ステップは、同時に更新されており、最終ステップまで描画された場合は、再び1ステップ目の情報が描画される仕様になっている。

以上より、本例題を通し、シミュレーション結果の非定常なAR可視化表示が可能であることを確認した。また、ボタン操作による複数コンテンツの切り替えが可能となり、既往のシステムに比べ操作性が向上したと言える。

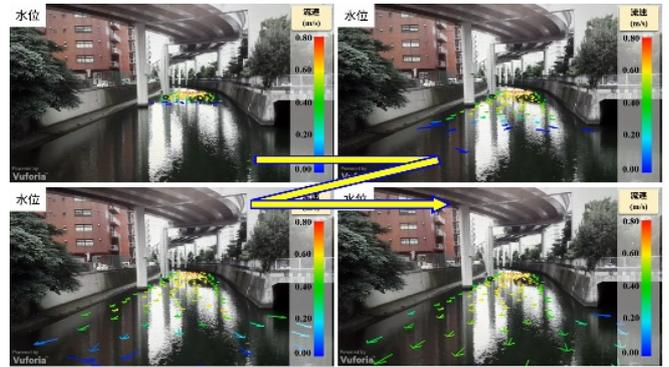


図-5 流速情報の可視化



図-6 コンテンツの切り替え

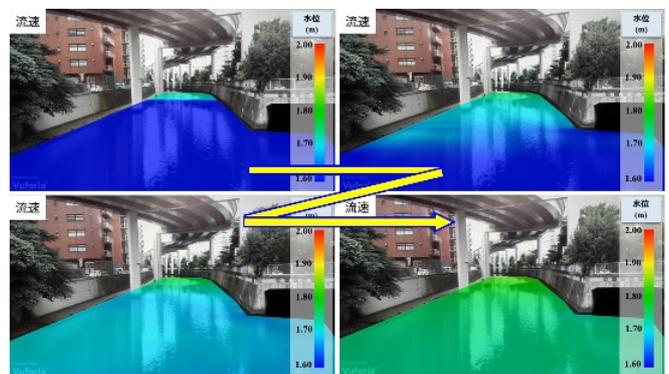


図-7 水位情報の可視化

4. おわりに

本研究では、既往のシステムの機能拡張を行い、以下の結論を得た。

- 非定常情報の可視化機能を実装し、シミュレーション結果の進展状況を確認することが可能となった。
- ユーザーの簡易的な操作によるコンテンツの切り替えが可能となった。

今後は、本システムを津波被害が予想される地域へ適用する予定である。その際、各地域での位置合わせ方法や、ロバスト性の検討が課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 菅田大輔, 榎山和男, 宮地英生, 前田勇司, 道前武尊, 西畑剛, 厚山伊知郎, 横山侑機: Extended Tracking 技術に基づく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, 土木学会論文集F3(土木情報学), Vol.72, No2.(印刷中)
- 2) 花立麻衣子, 菅田大輔, 榎山和男, 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.
- 3) 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.