

AR 技術を用いた環境流れ問題のための可視化手法の構築

中央大学大学院	学生員	○ 菅田 大輔
サイバネットシステム	非会員	宮地 英生
中央大学	正会員	檜山 和男
五洋建設	正会員	岩塚 雄大

1. はじめに

近年，流れ場における環境問題の深刻化に伴い，流体シミュレーションが行われている．計算結果を正しく理解するためには，現象を直感的にイメージ可能な可視化技術が必要とされる．その可視化技術として，映像に情報を付加し，現実を拡張できる AR(Augmented Reality) 技術が存在する．AR 技術を用いた流体シミュレーション可視化の既往研究に，Yabuki ら¹⁾によって提案された温熱環境可視化システムがある．このシステムは，点群データを用いることで高精度な位置合わせを可能としている．しかし，点群データ取得には 3 次元レーザースキャナという特殊な機材を必要とする．

そこで本論文では，画像をコンピュータに登録し，映像から認識する 2D マーカーレス AR²⁾ を用いて屋外構造物に流速ベクトルを描画した．その際，描画した CG の一部が適切に重畳されない問題に対し，3DCG モデルを用いた前景処理を導入する手法の提案を行った．この手法は，将来，都市のような広大な領域に対して計算結果を適合表示可能なビューアシステムとして機能し，新たな合意形成・防災教育ソフトとして資することを意図している．

2. 本手法の概要

本手法のフローを 図 - 1 に示す．2D マーカーレス AR には Metaio SDK²⁾ を用いている．CG 描画には OpenGL, GLMetaseq を使い，プログラムは C++ で記述している．また，データ入力に用いる流体シミュレーションには，等温場流れの 3 次元 Navier-Stokes 方程式を用いた．詳細については参考文献³⁾を参照されたい．

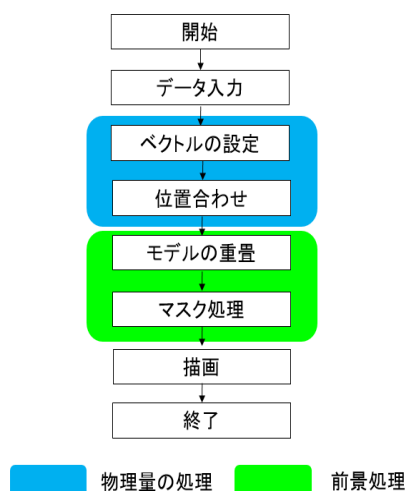


図 - 1 本手法のフロー

(1) 物理量の可視化処理

流体シミュレーションから得られた物理量である流速を可視化処理する．ここでは流速ベクトルの可視化表現として円錐を用いた．なお，円錐の大きさは一定である．

a) ベクトルの設定

ベクトルの設定には，点群データを用いる．データの構成は， $(x, y, z, r, g, b, u, v, w, s1, s2)$ で，節点数分だけ記述されている．具体的には， (x, y, z) は 3 次元空間の位置を表し，解析領域内部の節点に対応する． (r, g, b) は色を表し，0 ~ 1.0 までの値を取る．この値により流速の大きさに合わせたグラデーションを表現した． (u, v, w) は x 方向， y 方向， z 方向それぞれの流速の大きさ， $(s1, s2)$ はベクトルの向きを表現するための回転量を表す．

(2) 位置合わせ

設定したベクトルに対して，図 - 2 に示す位置合わせ用パラメーターの各軸方向への移動量 (Tx, Ty, Tz) ，各軸方向へのスケール量 (Sx, Sy, Sz) ，各軸まわりの回転量 (Rx, Ry, Rz) を用いて現実空間にベクトルを重畳する．

(3) 前景処理

ここまでは，映像の上に CG を重畳しているため，本来であれば，不可視状態である部分が可視状態となり，正しく可視化されない．この問題を解決するために以下に示す方法により前景処理を行う．

a) モデルの重畳

まず，解析対象とする構造物と等しい形状の 3 次元モデルをあらかじめ作成し，カメラ画像に映る構造物と 3 次元モデルの比率が等しくなるように配置する．3 次元モデルは，*.mqo 形式のファイルを GLMetaseq ライブラリ⁴⁾を通して読み込み，OpenGL で描画を行っている．

b) マスク処理

次に，前節で重畳した 3 次元モデルにマスクを施す．これにより，モデルの影となった部分が隠され，前景処理が完了する．

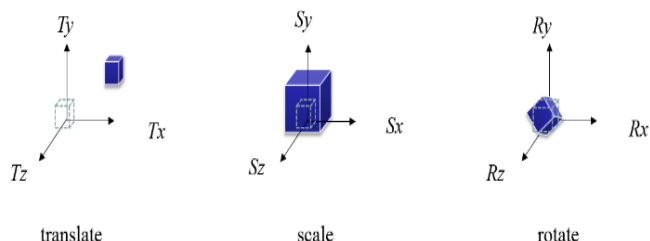


図 - 2 位置合わせ用パラメーター

KeyWords : Augmented Reality, 流体シミュレーション

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL. 03-3817-1815



図－3 検証環境

3. 本手法の検証実験と改良

本手法の妥当性を検証するため、図－3(左)に示す環境で実験を行った。また、本検証において、図－3(右)に示すような構造物が入るような風景画像をマーカーに選定し、位置合わせを行った。前景処理前の可視化を図－4に示す。この結果は、本来、不可視状態であるはずの奥のベクトルが構造物の手前に重畳されており、正しく可視化されていない。そこで図－5のように構造物と等しいモデルを配置する。その後、モデルにマスクを行った前景処理後の可視化を図－6に示す。ベクトルがマスク処理によって隠され、計算結果が正しくAR可視化されていることを確認した。しかし、ベクトルのすべての面に色がベタ塗りされているため、遠近感と立体感が十分でないことが分かる。そこで、可視化表現の改良のために、図－7のように光源と材質設定によるシェーディング処理を行い、ベクトルがどの方向を指しているかを立体的に表現した。

4. おわりに

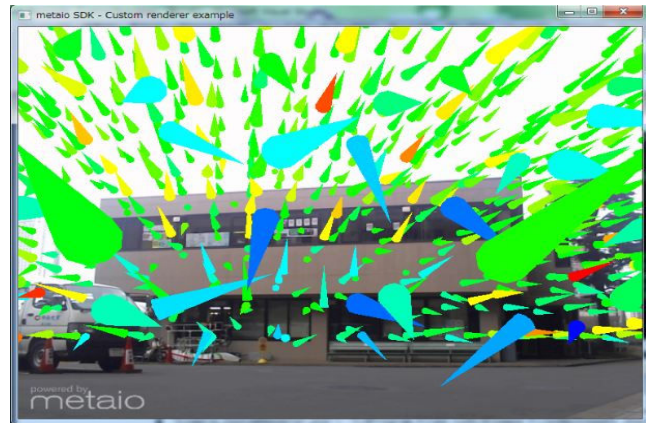
本研究では、AR技術を用いた環境流れ問題のための可視化手法の構築を行い、以下の結論を得た。

- 屋外における構造物まわりの風環境シミュレーションのAR可視化に成功した。
- 位置合わせ・前景処理により、現実空間との幾何学的整合性を考慮したAR可視化が可能となった。
- シェーディングにより、高品質なAR可視化が可能となった。

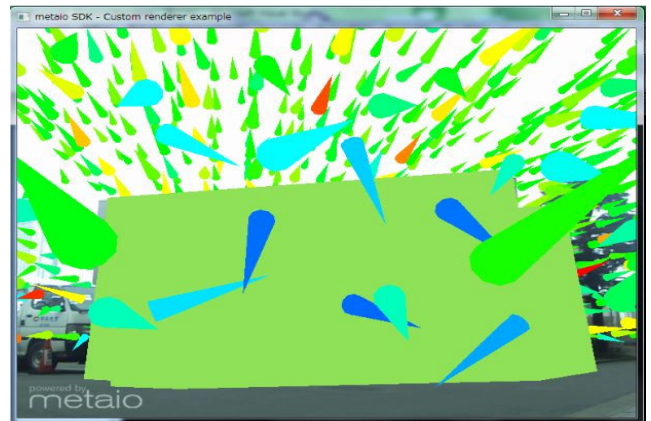
今後の課題として、サイエンティフィックな可視化表現の充実と、臨場感のあるフォトリアリスティックな可視化表現手法を検討し、AR可視化の利便性向上を行っていく予定である。また、屋外における2DマーカーレスARの適用性に関して、視点や気象条件の差異が及ぼす影響について検討する予定である。

参考文献

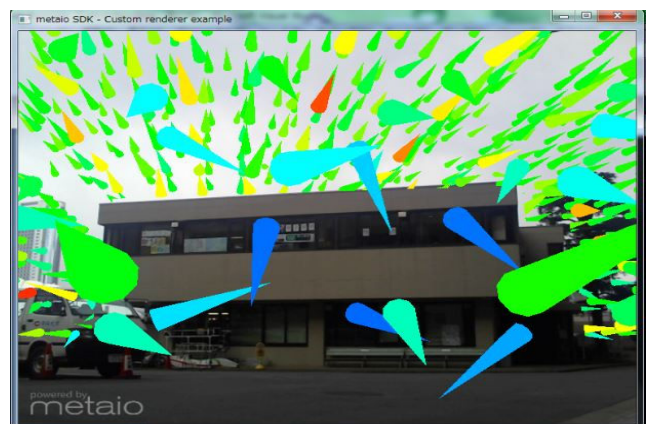
- 1) N.Yabuki, S.Furubayashi, Y.Hamada, T.Fukuda: Collaborative Visualization of Environmental Simulation Result and Sensing Data Using Augmented Reality, Proceedings of the International Conference on Cooperative Design, Visualization, and Engineering (CDVE 2012), pp.227-230, 2012.9.
- 2) MetaioSDK 公式サイト <http://www.metaio.com/sdk/>
- 3) 池田 哲也, 檜山 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
- 4) 工学ナビ ARToolKit を使った拡張現実感プログラミングホームページ <http://kougaku-navi.net/ARToolKit/>



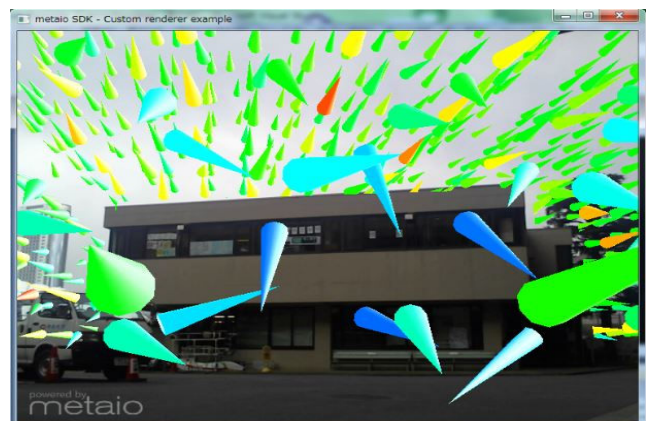
図－4 前景処理前



図－5 前景処理中 (モデルの重畳)



図－6 前景処理後



図－7 シェーディング適用後