

AR技術を用いた流体シミュレーションのための可視化手法の構築

中央大学 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

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広く行われている。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、実際の映像にCGを重ねることで現象を確認できるAR(Augmented Reality)技術がある。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、点群データを用いて高精度な位置合わせを可能としている。しかし、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、画像をあらかじめコンピュータに登録し、映像から画像認識する2DマーカーレスAR技術²⁾を用いてモデル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表示されないという問題に対し、3次元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重畳表示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技術にはMetaio SDK²⁾を用いている。CG描画にはOpenGLを用い、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) 物理量の処理

流体シミュレーションから得られた物理量情報を処理する。ここでは流速ベクトルを円錐を用いて表現した。

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、節点数分だけ羅列されている。 (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付けた。 (u, v, w) は x 方向、 y 方向、 z 方向それぞれの流速の大きさ、 $(s1, s2)$ はベクトルの回転量を表す。

b) 位置合わせ

位置合わせでは、前節において設定したベクトルに対して、図-2に示す9つの位置合わせ用パラメーターである各軸方向への移動量 (Tx, Ty, Tz) 、各軸方向へのスケール (Sx, Sy, Sz) 、各軸まわりの回転量 (Rx, Ry, Rz) を用いてベクトルを配置する。

(2) 前景処理

ここまでは、映像の上からCGを重ね合わせているため、本来、不可視領域である部分が可視領域となり、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同じ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.h⁴⁾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。

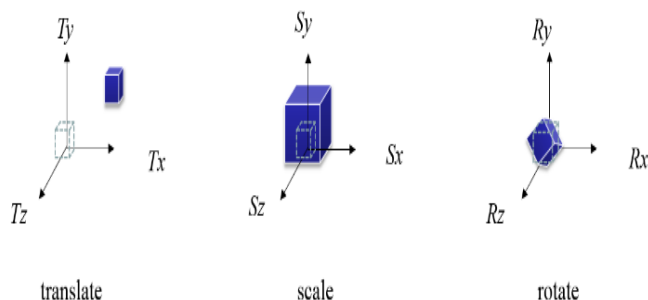


図-2 位置合わせ用パラメーター

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

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

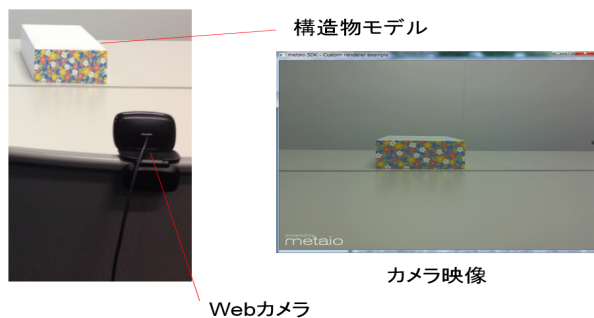


図-3 検証環境

3. 本手法の検証実験

本手法の検証実験を図-3に示す環境で行った。本検証において、直方体モデルの側面画像を基準に選定し、位置合わせを行った。したがって、カメラはモデル側面をとらえ続ける必要がある。

流体シミュレーションには図-4に示す解析領域を用いた。また、側面・上端面にはslip条件、底面・直方体壁面にはnon-slip条件を用いた。ベクトルの位置合わせを行った前景処理前の可視化を図-5に示す。この状態では、赤色の点線で示した奥のベクトルが直方体モデルの手前に表示されており、正しく重畳表示されていない。そこで図-6のように構造物の寸法と等しい3次元モデルを配置する。その後、その3次元モデルにマスク処理を行った前景処理後の可視化を図-7に示す。モデルの影となったベクトルがマスク処理によって隠れ、流体シミュレーション結果が正しくAR可視化されていることを確認した。

4. おわりに

本論文では、AR技術を用いた流体シミュレーションのための可視化手法の構築を行い、以下の結論を得た。

- 直方体モデルを例に行った流体シミュレーションのAR可視化に成功した。
- 3次元モデルのマスクによる前景処理を施すことで、正しくシミュレーション結果がAR可視化されることを確認した。

今後の課題として、本手法を屋外で適用するとともに都市のような広大な領域を対象とした流体シミュレーションのAR可視化を検討する。

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, 樫山和男: 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/>

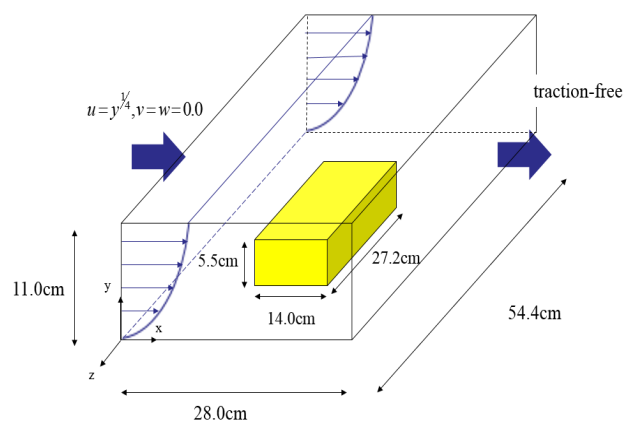


図-4 解析領域

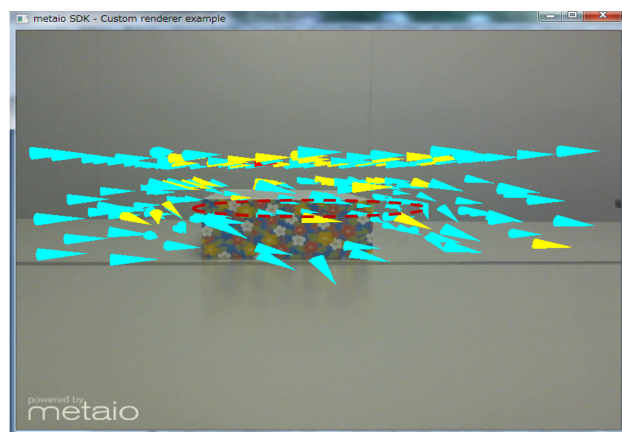


図-5 前景処理前

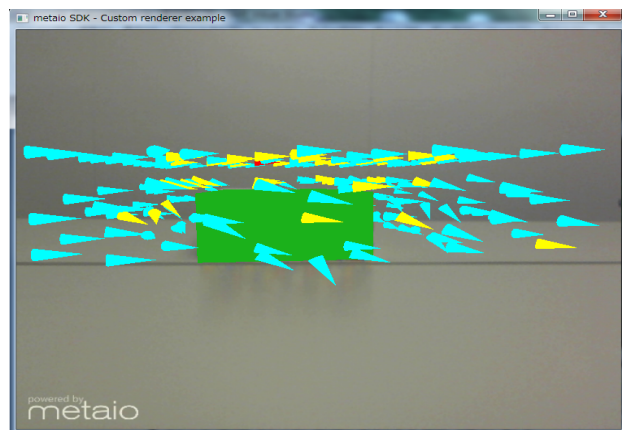


図-6 前景処理中 (モデルの重畳)



図-7 前景処理後