

複数の伝達関数を用いた流体シミュレーションの ボリュームレンダリング

Volume Rendering of Fluid Simulation using Multiple Transfer Functions

- 俵 文展, 理研, 〒 351-0198 埼玉県和光市広沢 2 - 1, E-mail : takehirotwr@riken.jp
小野 謙二, 理研, 〒 351-0198 埼玉県和光市広沢 2 - 1, E-mail : keno@riken.jp
Takehiro Tawara, RIKEN, 2-1, HIROSAWA, WAKO-SHI, SAITAMA, 351-0198, JAPAN
Kenji Ono, RIKEN, 2-1, HIROSAWA, WAKO-SHI, SAITAMA, 351-0198, JAPAN

Fluid simulation usually outputs volume data as a result of computation. Such data can be visualized using a volume rendering method. This paper describes volume rendering of fluid simulation using multiple transfer functions. Using multiple transfer functions, it is possible to visualize features of fluids more efficiently than using a single transfer function.

1. 概要

流体シミュレーションの計算では圧力場, 速度場等の三次元または四次元の場のデータが出力される. このような場の情報を表示する方法としてボリュームレンダリングがある. ボリュームレンダリングは視点から各画素方向への直線を通してボリュームの値を積分することで画像を生成する. 実装方法としては GPU(Graphics Processing Unit) の三次元テクスチャを利用したものが最も一般的である. まず, 視点と物体中心をとる直線に対して垂直な平面を求め, その平面と直方体のボリューム領域との交点を求める. 求めた交点で作られる多角形の内部を三次元テクスチャのトリリニア補間によってボリューム値を内挿する. 内挿されたボリューム値を伝達関数(Transfer Function)を用いて擬似的な色に変換する. この平面を奥から手前に足し合わせながら描画することによって最終的な画像が完成する. スライス面の数が多いほど画質が向上するが計算負荷も高くなる.

近年の GPU の劇的な高速化と柔軟性の向上によりデスクトップ PC 上で高度なリアルタイムボリュームレンダリングが可能となってきた. 我々は Programmable GPU を使ったフォトリアスティックなリアルタイムボリュームレンダリングの研究・開発をこれまで行ってきた. また, 本研究で開発したボリュームレンダリングライブラリは所属チームの開発する熱流体シミュレーションの可視化ソフトウェアに組み込まれ, 独立行政法人理化学研究所 V-CAD システム研究プログラムの公開ソフトウェア “V-Isio” としてすでにインターネット上で公開されている¹.

本研究では Kniss 等²によって提案された手法を基に複数の伝達関数を用いて流体シミュレーション結果の特徴を効果的に可視化する手法を述べる. 図 1 に伝達関数を一つだけ利用した場合 a) と, 二つ利用した場合 b) の計算機センターの熱流体解析の可視化結果を示す. b) はボリューム値とその勾配の大きさの二つの伝達関数を用いている. b) の可視化結果は鮮鋭化されて流体の特徴をより理解しやすいことが確認できる.

謝辞

熱流体シミュレーションの計算は理化学研究所の理研スー

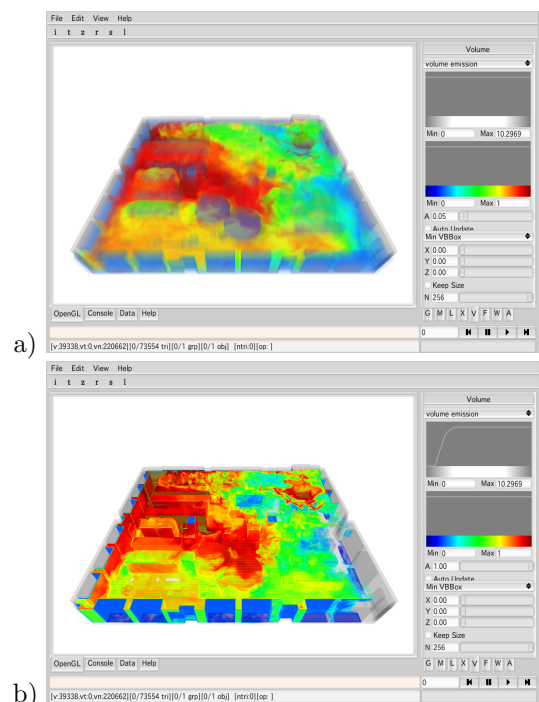


Fig. 1: Visualization of fluid simulation of a computer center. a) volume rendering using a single transfer function, and b) volume rendering using multiple transfer functions, which visualizes features of fluids more efficiently.

パー・コンバインド・クラスタ (RSCC) を用いて計算された.

参考文献

1. <http://vcad-hpsv.riken.jp/>.
2. J. Kniss, G. Kindlmann, and C. Hansen. Multi-dimensional transfer functions for interactive volume rendering. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 8(3):270-285, July 2002.