306 3D-LICに基づくベクタ場の領域制限可視化手法 —時間を用いた興味領域付近の可視化—

酒井 晃二[○] (岩手県環境保健研究センター), 小山田 耕二(京都大学)

上沢 和真 (岩手県立大学), 土井 章男 (岩手県立大学)

A Technique for Specifying Region of Interest in the Vector Field Based on 3D LIC —Visualization of the near ROI using time-oriented significance map — Koji SAKAI, Koji KOYAMADA, Kazuma KAMISAWA and Akio DOI

ABSTRACT

Line integral convolution (LIC) is an effective and powerful technique for generating images from vector fields. In the 3D-LIC, it is very important to select an adequate region of interest (ROI) in the vector field. One way for specifying ROI is to use a surface defined in the vector field. The other way is to use a significance map that defines a ROI related values at each point in the vector field. To represent an anisotropic vector field around a vortex center in an understandable way, we introduced a time-oriented significance map. Our technique for specifying ROI is to use a passage-time for a mass-less particle to travel from near a vortex center to a pixel location. In our technique, what we call “restricted LIC technique (RLIC),” we refer to the passage-time buffer before we start the convolution process at a pixel location. To confirm the effectiveness of our technique, we use an anisotropic swirl vector field and construct two types of significance maps, a distance-oriented map and a time-oriented map. We will show the difference in the resulting images are generated from these significance maps.

Keywords: LIC, vector field, region of interest

1. 緒 論

可視化対象が有する特徴に焦点を当てた流れの可視化手法は世界中で注目され、多くのグループがこのトピックに取り組んでいる^{1), 2), 3)}。流れの可視化における興味領域 (ROI) として、ローカルには特異点、領域全体に渡るものとして、トポロジー、渦、流れの結合と再結合点及び線などがある。流れの特徴を解明することは大気質観測者、気象学者やCFD研究者にとって最も興味のある部分であるが、3次元流れ場の場合、すべてのデータを可視化することは複雑かつ煩雑になる。これまで用いられてきた一般的な可視化手法では、ROIの特徴のすべてを抽出できていない。我々は、流れのオリジナルデータセットのROIを設定する一手法を提案する。

2. 興味領域の設定手法

一般的な2次元LICにおいては、平面上で複数流れの領域全体における特徴を観察することができる。一方、

3次元LICではボリュームイメージが生成されるが、そのままでは流線の立体的な重なり合いなどにより渦中心付近や全体的な特徴を領域全体に渡って観察することは不可能である。Samalaら⁴⁾は、2次元平面上あるいは3次元面上の流れのアニメーションとして取り扱うことで、この問題を解決する手法を提案している。また、ベクタ場のトポロジー解析から流れの挙動を特徴づける特異点が得られる⁵⁾。特異点は、流れの中で正接線が互いに重なり合う唯一の点であり、実際の流れにおいては合流点や分離点 (極値)、噴出し点や吸い込み点 (渦中心)、噴出しおよび吸い込み点 (鞍点) として観察される点のことをいう。このような流れの特徴の観察が必要な場合、2D-LICにおいては平面上でアニメーション等を用いて表現することが可能である。3D-LICの場合、どのようにして渦中心周辺のROIを決定し、表現するのかという問題が生じる。我々は、渦中心付近のROI設定手法を提案する。以下に、距離と時間に基づく2つの手法について述べる。

3. 興味領域設定手法による可視化結果の違い

我々の提案する手法の効果を確認するため、異方性渦場ベクタ (Fig.1) を用い「距離ベース」と「時間ベース」の2種類の ROI 設定手法を適用した。可視化には

Fig.1 Image of Synthesized Vector Field

AVS/Express ver6 を用いた。Fig.2 にモジュールネットワークの例を示した。3D LIC モジュールは、AVS フィールドデータ (座標データおよびノードデータ) 及びボリュームデータ (LIC の場合、ホワイトノイズなど) を入力値とし、ボリュームデータを出力する。結果は、等値面を VRML フォーマットで示した。

Fig. 2 Example of 3D LIC Module Network

「距離ベース」では、ROI をある一定の範囲で設定するのに対し、「時間ベース」ではある時間に応じて ROI 範囲を設定する。では、ピクセル位置でコンボリューションプロセスを行う前に経過時間バッファを参照している。経過時間バッファの詳細については⁶⁾を参照されたい。これらの出力イメージの違いを提示する。Fig.3 に「距離ベース」、Fig.4 に「時間ベース」ROI 設定の結果を示

Fig.3 Result of Distance based 3D LIC

Fig.4 Result of Time based 3D LIC

した。「距離ベース」ROI 設定結果からは、ベクタ場の速度に基づく渦全体の特徴を反映できないという欠点がある。「時間ベース」ROI 設定手法では、渦中心付近から速度の異なる流れ (異方性) が生じていたとしても、ある時間までの流れの特徴を取りこぼすことなしに表現することが可能である。

4. 結 論

「距離ベース」と「時間ベース」の2種類の ROI 設定手法による結果イメージの違いを示した。「時間ベース」で ROI を設定した場合、渦中心付近から速度の異なる流れ (異方性) が生じていたとしても、ある時間までの流れの特徴を取りこぼすことなしに表現することが可能である。

参 考 文 献

- 1) D. Silver and X. Wang, "Volume Tracking", Proceedings of the conference on Visualization '96, October 1996, pp157-164
- 2) D. N. Kenwright, C. Henze, and C. Levit, "Feature Extraction of Separation and Attachment Lines", IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL. 5, NO. 2, APRIL-JUNE 1999 135
- 3) M. Roth and R. Peikert, "A Higher-Order Method For Finding Vortex Core Lines", Proceedings of the conference on Visualization '98, Oct 1998, pp143-150
- 4) C. Rezk-Salama, P. Mastreiter, C. Teitzel, T. Ertl, "Interactive Exploration of Volume Line Integral Convolution Based on 3D-Texture Mapping", Proceedings of the conference on Visualization '99: Celebrating ten years, 1999, pp233-240
- 5) L. Hesselink, Y. Levy, and Y. Lavin, "The Topology of Symmetric, Second-Order 3D Tensor Fields", IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.3, No.1, JANUARY-MARCH 1997, pp. 1-11
- 6) K. Koyamada, A. Doi, and H. Kotera, "Restricted Line Integral Convolution for Visualizing Vortex Flow", International Symposium on Computational Technologies for Fluid/Thermal/Chemical Systems With Industrial Applications, PVP-Vol. 424-1, pp. 169-174, 2001