304 特異点グラフを用いた数値シミュレーション結果の分類

上沢和真[○] (岩手県立大学), 酒井晃二 (岩手県環境保健研究センター)

小山田耕二 (京都大学大型計算機センター), 土井章男 (岩手県立大学)

The classification of a numerical simulation result Using Critical Point Graph

Kazuma KAMISAWA and Koji SAKAI and Koji KOYAMADA and Akio DOI

Abstract

We present a visualization technique which a large scale detects the structure at all scales removing from the user the responsibility of extracting information implicit in the data, and presenting the structure explicitly for analysis and retrieval. In typical scientific applications, data is represented at the nodes of a mesh of elements and interpolated linearly across the interior of the elements. A critical point exists in the gradient field of the Scalar field. It is possible at few cost to express the Scalar field using the graph which connected the critical point.

In past, we proposed a technique for calculating isosurfaces efficiently using an extrema skeleton, which consists of elements and connects all extrema points[1].

In this algorithm, extrema points in a scalar field are first extracted. A graph is then generated in which the extrema points are taken as nodes. And our work can be regarded as an extension of our original technique, because our new skeleton connects saddle points in addition to extrema points.

To confirm the effectiveness of our technique, we extract features skeletons of CFD results for forecasting weather and determine linear correlation between multiple scalar variables such as wind velocity, temperature, and humidity.

Keywords: critical point, extrema graph, Critical Point Graph

1 はじめに

本手法では、シミュレーション結果を大局的に可視化するための手法を提案する。大局的な可視化には LIC (Line Integral Convolution) などもあるが、LIC が全体の流れ場を表現しているのに対して、我々の手法は、特異点と呼ばれる場の特徴をグラフ化し、場の全体像を示したものである。また、局所的な可視化手法の一つである等値面生成などのパラメータ決定に役につく手法である。

本手法で適用したデータとしては、National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) 発行の気象データを利用する。気象データは地球全域を示しているが、その中でもアジア地域に注目し利用した [3]。気象データに収録されているデータは、風速、温度、気圧の観測データから構成され、1 年分をまとめて FTP サーバ [2] に蓄積されている。

気象データの解析は、気象予測の専門家などが経験、知識を元にコンタ、等値面を取得するなどして可視化が行われている。注目する箇所を示すという観点では、同

じ値をつないで表示するコンタ表示については、Hamish.C, Jack.S, Ulrike.A らが 3 次元空間でコンタをまとめた Contour Tree を提案した [3]。また、等値面についても、伊藤、小山田らが、スカラー場から極値を求め、極値をまとめてグラフ化し、各極値から等値面を作成する手法を提案した [1]。しかし、コンタ、等値面とも気象データのように大規模なものになった場合、パターン化することはコストもかかり困難である。片山、小西らは、雲の濃淡情報とその変化を示す画像を用いて年間の気象の変化を 24 パターン化する手法を提案している [4]。我々は、温度、風速、気圧のデータから特異点を抽出し、グラフ化を行い、特異点グラフによるパターンを作成することを提案する。特異点を結ぶ手法は、HELMAN と HESSELINK によって提案された Flow Topology [5] を利用した。

Flow Topology は、スカラー場から勾配場を作成し、作成した勾配場から 0 ベクタである特異点を探索し、特異点を結びグラフで表現する。Flow Topology は、データ場全体のおおまかな形状 (流れ、位相等) を示すことができる。

2 toporogy

スカラ場での Flow topology 作成については, Bajaj[7]らが場の最大, 最小値を求め極値とし, それを結ぶ手法として提案している.

我々は toporogy graph を作成するために, 特異点を探索し, 特異点同士を接続することを考えた.

2.1 特異点

特異点とは, 速度場での特徴を示す点であり, 流れが 0 となる点である. 我々の可視化対象はスカラ場なので勾配を求めた後, 勾配が 0 となる点を特異点としている. 特異点は, 極大, 極小, 鞍点から構成される.

2.2 特異点グラフ

特異点を結んでグラフにするためには, 探索した特異点付近より流線を発生させる. その際, 流線の発生方向を特異点での固有ベクタを計算することで決める. また, 特異点よりずらす範囲は任意とした.

3 適用例

本論文の提案手法は, AVS[6]のモジュールとして実装した. モジュールの構成は, NOAA[2]にて使用されているデータ形式 (netCDF) を読み込み, 勾配場を作成, 特異点探索, 特異点から固有ベクタ計算, 流線発生, 特異点グラフ作成のそれぞれのモジュールから構成される.

我々は, 適用例としてエルニーニョ現象を利用した. エルニーニョとは, 南太平洋の海面温度が上昇することで異常気象が起こる原因とされているものである. (Fig.1) また, グラフ化した図は Fig 2 である.

4 結論

本論文では, スカラ場である気象データから勾配を求め, 特異点グラフを作成し, 等値面作成において鞍点を考慮した Flow Topology を用いた特異点グラフの有効性を示した. 特異点グラフは, 特異点での固有ベクタを求め, 流線を発生させることで特異点同士を結び, グラフ化した.

本論文では, 様々な気象データの項目のうち, 温度と気圧のみに適用しているが, 他の様々なデータにも適用し, パターン化を行いたいと検討中である. また, 使用したデータは, ノイズの少ないデータであったが, ノイズの多いデータにおいても適用し, パターン化を行いたい.

参考文献

- [1] Takayuki.Itho,Koji.Koyamada:" ISOSURFACE GENERAQTION BY USING EXTREMA GRAPHS",IEEE Visualization' 94,1994
- [2] National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA)
<http://www1.ncep.noaa.gov/>

[3] Hamish.C,Jack.S, Ulrike.A: " Computing Contour Trees in All Dimensions" ,SODA2000,

[4] 片山幸治,小西修:" 知識発見支援のための気象画像データベースの構築", トランザクション「データベース」Vol.40 No.SIG05 ? 007

[5] HELMAN, J. L., AND HESSELINK, L. Visualizing vector field topology in fluid flows. *IEEE Computer Graphics and Applications* 11, 3 , 36--46.

[6] AVS(Advanced Visual System) <http://www.kgt.co.jp>

[7] C. L. Bajaj, V. Pascucci, and D. R. Schikore, "Visualization of Scalar Topology for Structural Enhancement", *Proceeding of the IEEE Visualization*, pp.51-58, October 1998, Research Triangle Park, N.C.

Fig.1 エルニーニョ現象

Fig.2 特異点グラフ