

# FRUITS Time : 大規模時系列データの詳細度制御を利用した可視化

内田悠美子 伊藤貴之  
お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科

## 1. 概要

時系列データの可視化手法の多くは、横軸に時間軸、縦軸に値を取り、各時刻の値をプロットした各点を線で結ぶ折れ線グラフ形式をとっている。この形式は、各要素の値の時間変化を直感的に捉えやすい利点ゆえに、広く用いられている。しかし、大量の折れ線群を単一の座標空間に描くと、折れ線同士の交差が多くなり、値の時間変化を適切に読み取るのは困難になる。

この問題を回避するために本報告では、特徴的な動きのある部分の強調や、類似する動きの要約的な表示などによって、大量の要素を含む時系列データを効果的に可視化する手法を提案する。本手法が対象とする時系列データの代表例として、気温変化、株価の変動、船舶の方向角速度、地震の揺れの記録などがある。

なお我々は、「絡まった線分群を有効に可視化するための仕組みとユーザインタフェース」に関するいくつかの研究に着手しており、そのコンセプトを FRUITS (=FRamework and User Interface for Tangled Segment-sequences) と名づけている。このコンセプトに基づく研究の中で我々は、時系列データを可視化する本手法を「FRUITS Time」と名づけている。

## 2. 関連研究

折れ線グラフ形式の時系列データ可視化手法に限らず、大量の線分群によって情報を可視化する手法には、線分同士の交差が多くなり、図が煩雑になるという問題がある。Holten ら[1]は、階層型グラフデータの可視化結果を構成する線分群を、スプライン関数を用いて束にすることによって、図が煩雑になるのを回避する手法を提案している。また Parallel Coordinates による多変数データの可視化において Ellis, Dix ら [2]は、線分群のサンプリング数を減らして表示することにより、可読性を高める手法を提案している。Hauser ら[3]は、多変数データの 1 変数に着目して線分の濃淡に変化を付けた表示や、線分の角度がある値に近いもののみを強調表示する手法を提案している。

## 3. 提案内容

### 3.1 可視化に用いるデータ

可視化に用いるデータの例として、気象シミュレ-

“FRUITS Time: A visualization technique using level of detail control for large scale time series data“

Yumiko Uchida, Takayuki Itoh

Ochanomizu University

{yumi-ko, itot}@itolab.is.ocha.ac.jp

ション結果のポリリュームデータを可視化する。図1は、代表的な格子点における 100 ステップのスカラ値の時系列変化を、折れ線グラフで可視化した例である。この可視化結果から、いくつかの格子点に対応する折れ線（以下、一連の折れ線を形成する単位を「要素」と称する）において、動きの類似性、連動性を確認できる。しかしこのような単純な可視化手法では、大規模なデータの場合に図が煩雑になり、こういった特徴は見落とすやすくなるものと考えられる。

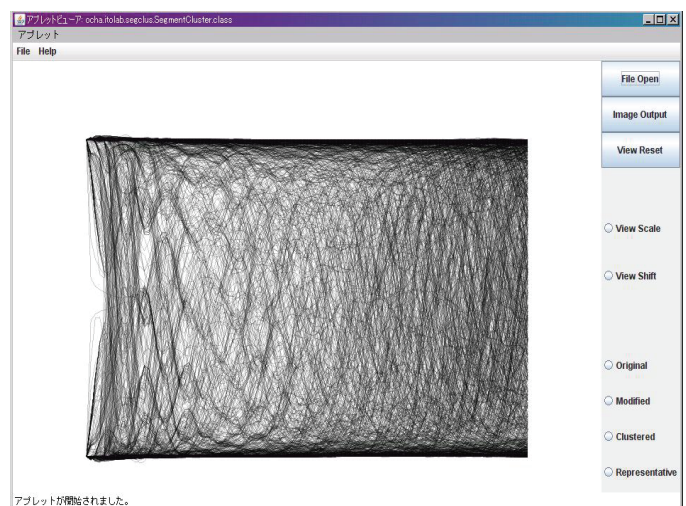


図 1: ポリリュームデータの格子点におけるスカラ値の時間変化

### 3.2 本システムでの表示方法

本報告では、大規模な時系列データの変化の特徴を効果的に表現する手法を提案する。大規模なデータにおいては線分の数が多いため、煩雑さが生じやすい。しかしこの中には、類似した時間変化によって重なりあっている部分も多い。このような類似部分を要約表示することによって、全体の煩雑さを抑えることが出来ると考えられる。本手法では、データ全体での値の変動の特徴は保持したまま、グラフの本数を削減することで、時系列データの要約表示を実現する。

### 3.3 代表点の生成

本手法では、まず各要素の時系列変化を近似した代表点を生成する。最初に画面上にて、x 軸を等間隔に区切って格子化する。そして各要素  $C_k$  について、 $i$  本目の格子線と交差した点を  $P_{ki}$  として記録する (図 2 左)。次に、y 軸方向を等間隔に区切って格子化する。そして  $P_{ki}$  に隣接する格子点を選び、その点を新たに  $P_{ki}'$  とする (図 2 右)。以下、 $P_{k1}' \sim P_{kn}'$  を要素  $C_k$  の代表点と呼ぶ。

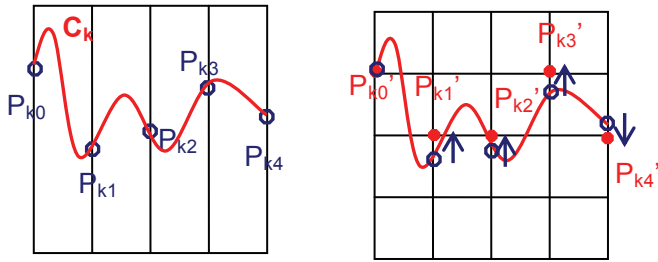


図 2: 代表点の生成

### 3.4 代表要素の選択

次に y 軸方向の格子ごとに、要素をグループ化する。m 列目の格子内において、 $P_{k(m-1)} = P_{i(m-1)}$  かつ  $P_{km} = P_{im}$  を満たしている要素 i があれば、k は i と同一のグループに配置される。

続いて同一グループ内に含まれる要素の中から 1 つを選択し、その要素を代表要素とする (図 3 右)。

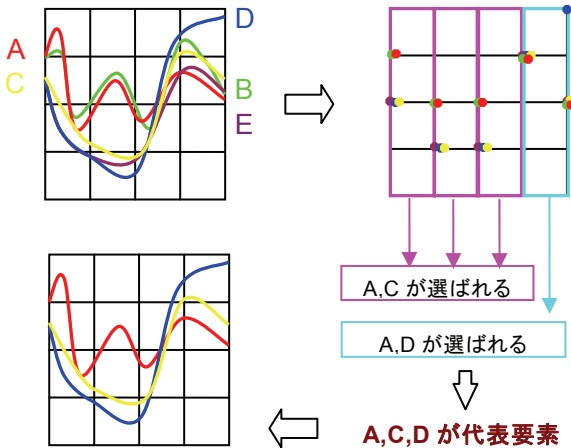


図 3: 代表要素の選択および表示

m+1 列目以降の格子内においても、同様にグループ化を行い、代表要素を選択する。このとき、以前に代表要素に選ばれたことのある要素がグループ内にあれば、その要素を優先して選択する。無い場合にはそのグループは保留とし、次のグループに移る。

すべてのグループについて、代表要素の選択を試みた後、再度、保留としたグループの代表要素を選ぶ。このときも同様に、以前に代表要素に選ばれたことのある要素がグループ内にあれば、それを優先して選択する。この処理を反復することにより、短い計算時間で、かつ適切に、少数の代表要素を選択できる。

### 3.5 表示

本手法では 3.4 節で選択された代表要素のみを表示することにより、詳細度制御を実現する (図 3 左下)。

なお、本手法では格子の幅を自由に設定できるものとする。格子の幅を狭くすることで、小さな特徴を捉えやすくなる。逆に格子の幅を広くすることで、大きな特徴のみが強調される。

## 4. 実行結果

図 4 は、図 1 で示した気象シミュレーションのポリウムデータを、提案手法を用いて詳細度制御を適用して可視化した例である。0~10 ステップ前後において、値が急激に下がっている様子が強調されている。また、20 ステップ前後での値の増減、80 ステップ前後での値の急降下と急上昇が確認できる。このように、本手法を用いることで、詳細度制御なしには捉えにくかった特徴的な時間変化を、視覚的に確認できる。

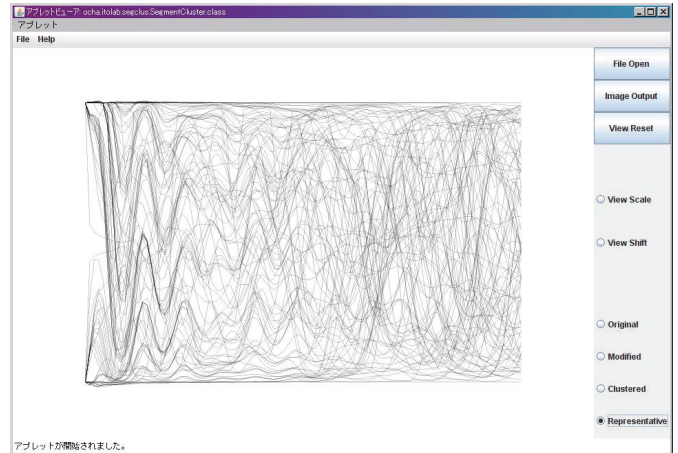


図 4: ポリウムデータの格子点におけるスカラー値の時間変化に本手法による詳細度制御を適用した例

## 5. 今後の課題

今後の課題として、要素の動きの特徴、ポリウムデータ上の位置などに基づき、折れ線の色分け機能を実装したい。また、ユーザーがマウス操作により自在に要素を選択・抽出できるように、ユーザインタフェースを充実させたい。

また本研究では、このポリウムデータのほか、全国の観測点における気温の年間変化の様子や、新聞におけるキーワードの登場頻度の変化など、さまざまな時系列データへの適用を検討している。

## 参考文献

- [1] D. Holten, Hierarchical Edge Bundles, IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, Vol.12, No.5, pp.741-748, 2006.
- [2] G. Ellis, A. Dix, Enabling Automatic Clutter Reduction in Parallel Coordinate Plots, IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, Vol.12, No.5, pp.717-723, 2006.
- [3] H. Hauser, F. Ledermann, H. Doleisch, Angular Brushing of Extended Parallel Coordinates, the Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2002, Oct. 28-29, 2002.