

TimeSlices: 時系列情報をもつウェブグラフの対話的 3次元可視化

TimeSlices: An Interactive 3D Visualization System for Time-series of Web graphs

伊藤 正彦 豊田 正史 喜連川 優*

Summary. This paper proposes an interactive 3D visualization system for time-series of web graphs. We provide multiple views for visualizing web graphs that represent web graphs of particular timings. We call such web graphs TimeSlices. Users can add new TimeSlices along a time line, and can manipulate TimeSlices to animate Web graphs. Moreover, we provide overlay view and parallel views in 3D environment to compare each web graph. This system enables us to observe structural and temporal changes of web graphs.

1 はじめに

近年、ブログ等の発達により、ウェブ上の情報が実世界の動向を即座に反映する傾向がますます高まっている。これらの情報から、人々がどのようなことに関心を持ち、社会問題に対しどのような意見を持っているのか解析することは重要な課題のひとつである。特に、これらの情報における時系列変化を観測することで、実世界における流行や意見の変化、およびその理由の解析が可能になると考えられる。

ウェブ構造の発達過程の可視化手法としては様々なものが提案されている。(1) 時間軸をアニメーションによって表現する手法 [3]: この手法では時間による構造変化を直感的に見ることが出来る一方、状態が移り変わることで直前の状態との直接比較が困難である。(2) 3次元空間の一軸に時間軸を割り当て、その軸に沿って時間毎のウェブグラフを配置する手法 [2]: この手法では時間変化の全体像を把握しやすい一方で局所的な変化を認識しにくい。(3) 別の時間を表す複数のウェブグラフをタイル表示する手法 [4][1]: この手法では時間変化の全体像を把握しやすく、また差分表示などの機能追加により異なる時間における構造の違いを比較することが容易になる。一方、ウェブグラフ間の時間感覚が認識しにくい。(4) 複数のウェブグラフを重畳表示する手法: この手法では異なる時間におけるウェブグラフの構造の詳細な比較が可能になる一方、時間変化の全体像が把握しにくい。

本稿では、グラフの時系列を可視化する上記 4 種類の手法を 3次元空間上で統合し、シームレスに切り替え可能な手法を提案する。提案手法では、3次元空間の一軸を時間軸とし、異なる時間を表す複数のウェブグラフを表示可能にする。これらはユーザの直接操作により時間軸上の位置を移動可能で、こ

の操作によりグラフの構造変化をアニメーション表示させることが出来る。また時間軸方向に視点を移すことにより、重畳表示、タイル表示も可能にする。

著者等の研究室では、過去 10 年に及ぶ日本語ウェブアーカイブの構築を進めてきており、本稿では、これらのアーカイブから作成した時系列情報を持つウェブグラフのインタラクティブな 3次元可視化を実現している。

2 TimeSlices

提案手法では、3次元空間中の時間軸に沿ってウェブグラフ表示することを可能にする (図 1(a))。これらのウェブグラフを本稿では TimeSlice と呼ぶ。TimeSlice は配置されている時間軸の位置に対応したウェブグラフを表示する。ユーザは TimeSlice をドラッグすることで時間をシームレスに変更させることが可能である (図 1(b))。この操作により、グラフの構造変化をアニメーション表示させることが可能となる。また、時間軸をクリックすることで、クリックされた場所に新たな TimeSlice を自由に追加することが出来る (図 1(c))。時間軸には、日付およびその時間に生成されたノード数をヒストグラム表示している。ユーザは直感的にウェブ上で興味が集中した時期を認識することが出来る。

また、各時間における共通ノードを素早く認識するために、各 TimeSlice 上の共通ノード間にリンクを表示する機能も提供している (図 2)。

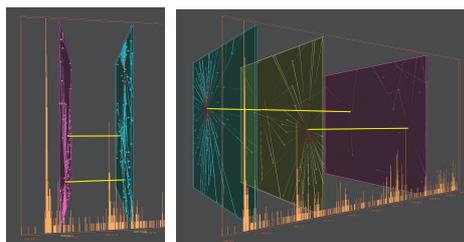


図 2. 複数ビュー間における同一ノード間のリンク表示

Copyright is held by the author(s).

* Masahiko ITOH, Masashi TOYODA, and Masaru KITSUREGAWA, 東京大学生産技術研究所

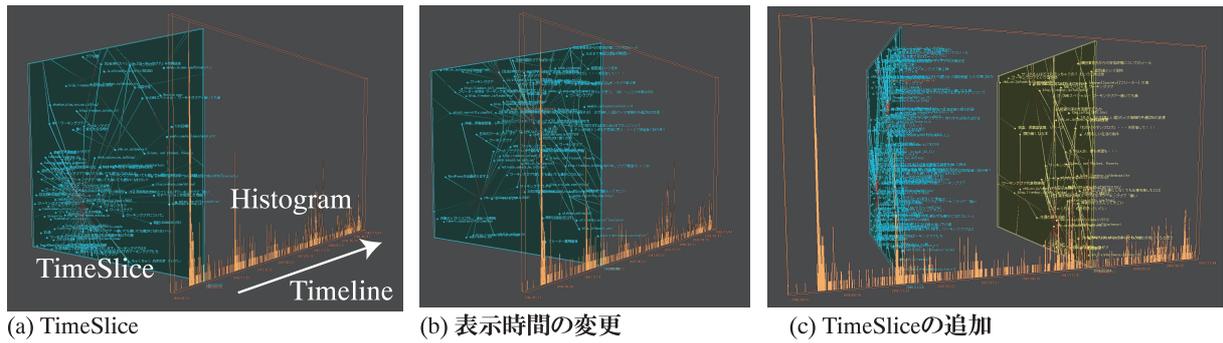


図 1. TimeSlices

2.1 グラフレイアウト

各 TimeSlice に表示されているグラフは力学的アプローチに基づいたレイアウトを行っている．時系列ウェブグラフにおける構造の差異を理解しやすくするために，隣り合う TimeSlice の間では同じノードが同じ位置にあることが望ましい．このため，本手法ではグラフ列に含まれる全グラフの和に対して力学的アプローチを用いて対話的にレイアウトを行い，各 TimeSlice では自身の時間に対応したノード及びエッジのみを表示するようにしている．ユーザは対話的にノードをドラッグしノードの位置を変更することができる．その際に，各 TimeSlice 間でノードの位置が自動的に同期される (図 3) ．

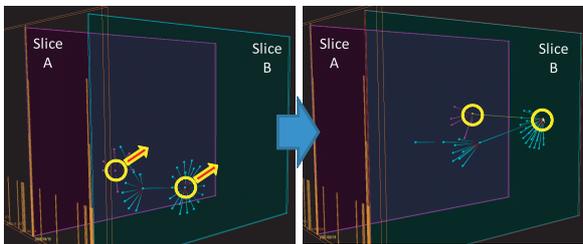


図 3. 力学的アプローチを用いた対話的同期レイアウト

2.2 時系列ウェブグラフの比較

複数のウェブグラフの構造を比較するために，重畳表示とタイル表示の二種類の見方を可能にした．これらはユーザが時間軸方向から TimeSlices を見ることによって可能になる．3次元表示のパーズにより重なり合うノードの位置がずれて表示されることを防ぐために，パーズ無しで描画するモードを用意した．パーズなしで重ねて見ると重畳表示になる (図 4(a)) ．また，図 4(b) のように TimeSlices をスライドさせた状態で見るとタイル表示になる (図 4(c)) ．

3 まとめと今後の課題

本稿では，時系列情報を持つウェブグラフデータを 3次元空間中に可視化する手法を提案した．本稿で用いた例では，ブログフィードの引用構造の時間

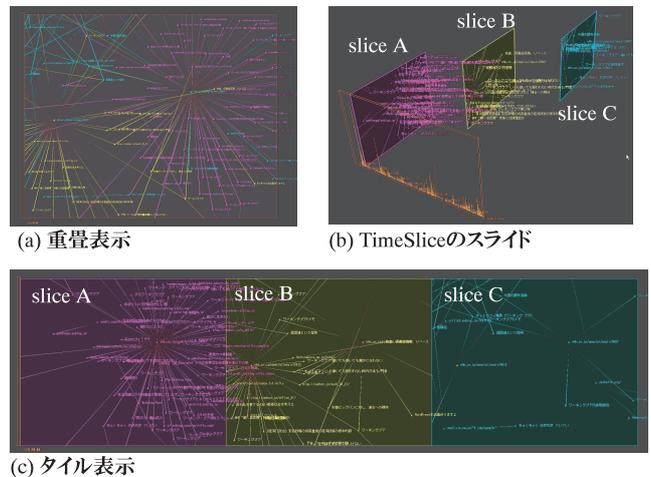


図 4. 複数ビューの比較

的变化の可視化を実現している．

今後は，ユーザの視覚を妨げないラベリング手法，および 3次元空間の特徴を生かした TimeSlices 間の状態および状態変化の可視化手法を検討したい．

参考文献

- [1] E. H. Chi and S. K. Card. Sensemaking of Evolving Web Sites Using Visualization Spreadsheets. In *Proceedings of the 1999 IEEE Symposium on Information Visualization*, pp. 18–25, 1999.
- [2] E. H. Chi, J. Pitkow, etc. Visualizing the evolution of Web ecologies. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 400–407, 1998.
- [3] M. Kitsuregawa, T. Tamura, M. Toyoda, etc. Socio-Sense: A System for Analysing the Societal Behavior from Long Term Web Archive. In *APWeb; LNCS*, Vol. 4976, pp. 1–8, 2008.
- [4] 豊田正史, 喜連川優. WebRelievo: ウェブにおけるリンク構造の発展過程解析システム. 第 12 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp. 89–94, 2004.