

# 局所的な円周配置を用いた動的ネットワークの可視化ツール

菱田 哲史<sup>†</sup> 三末 和男<sup>†</sup> 田中 二郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻

## 1 はじめに

我々の周囲には、論文における著者同士の共著関係や Web ページのリンク構造など、グラフとして表現できるネットワークが無数に存在する。これら現実中存在するネットワークの多くは静的でなく、時間とともにその構造が動的に変化する。そのようなネットワークは動的ネットワークと呼ばれる。これを分析することによって、ネットワークにおける変化の傾向や流行の推移といったような時間的特徴に基づく有益な情報を得ることが出来る。しかしながら、動的ネットワークは関係情報だけでなく時間情報を持つため、従来の可視化手法を用いてこの概観を得ることが難しい。そこで本研究は、動的ネットワークにおける時間的特徴の把握を支援することを目指し、任意の期間のネットワークを 1 つの像に提示する可視化ツールを開発する。

## 2 動的ネットワークの可視化手法

要素の追加や削除といった変化が時間の経過により発生するネットワークを対象とし、そのような変化を 1 つの像で視覚的に提示する手法として環状配置手法を新たに提案する。この手法はそれぞれのノードに変化がいつ発生したかを示す時間情報を埋め込み、時間と色相を対応づけることによって 2 次元平面上に全時間のネットワークを提示する。これにより、ノードの形状や色の分布から動的ネットワークの概観を得ることが出来る。

### 2.1 配置手法

環状配置手法は、ノードを環で表現し、ノードの時間情報をその環の上に円周配置する。図 1 に配置例を示す。図 1 左の環はノード自身を表し、環の上にある点がノードの時間情報を表す。ノードの時間情報は偏角と対応づけられている。初期時刻を環の最上部と対応付け、続く時刻を表す位置を時計回りに対応づけて

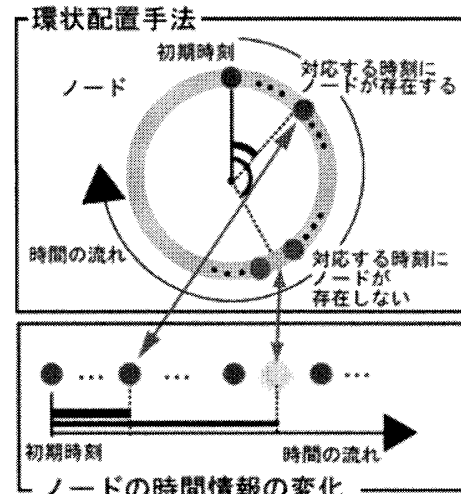


図 1: 時間情報の配置例

いる。ある時刻に存在するエッジは、接続先のノード同士を結ぶように配線される。このとき、エッジの両端は接続先のノードにおける、その時刻に対応づけられた位置に置かれる。

### 2.2 配色手法

ノードの時間情報を表す点、配線されたエッジに時刻と対応する色を割り当てる。これにより、形状だけでなく色からノードやエッジの時間情報を把握することが可能となる。特にエッジの持つ時間情報を把握する場合は有用である。また、全体を俯瞰したときに色の分布からネットワークがいつ頃最も密（ないし疎）な構造となったかを把握できる。

## 3 可視化ツール

上記の手法を基に、動的ネットワークの可視化ツールを開発した。本ツールは時刻に対応する色情報をインタラクティブに変更する機能や特定の期間のネットワークを抽出するといったようなグラフを操作する機能を持つ。

**A tool for visualizing dynamic network with local circular layout**

Tetsuhito Hishita<sup>†</sup> Kazuo Misue<sup>†</sup> Jiro Tanaka<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Computer Science, University of Tsukuba

### 3.1 グラフ操作機能

表示する期間を選択することにより、ネットワーク図を提示する機能である。図 2 に操作の流れを示す。ネットワーク（図 2 左下）を選択すると、時間と色相との対応マップがネットワーク図の上に表示される（図 2 左上）。これによりネットワークが提示する期間を把握できる。このマップから注目する期間の端点をそれぞれ調節することにより、選択した期間にのみ存在するネットワーク（図 2 右下）を新たに得ることが出来る。

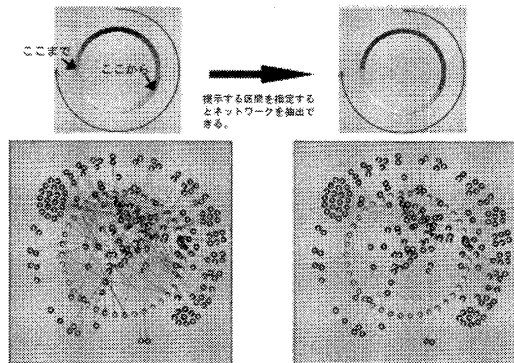


図 2: ネットワークの抽出の流れ

## 4 ケーススタディ

可視化ツールに対するケーススタディとして、ある 1 日における web ページと訪問者の関係についてアクセスログを基に可視化した。図 2 左下に可視化によって得た図、図 3 にネットワークを午前と午後に分けて抽出した図を示す。

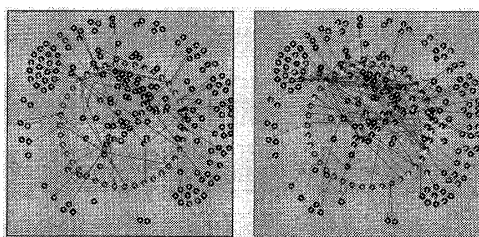


図 3: 抽出されたネットワーク

### 4.1 アンカーマップ

図 2,3 は Misue[1] のアンカーマップを利用した図である。アンカーマップとは、2 種類のノードの集合の一方に位置の制約を課す 2 部グラフの描画スタイルである。制約を課されたノード集合をアンカー、他方をフ

リーノードと呼ぶ。図 2,3 では web ページをアンカー、閲覧者をフリーノードとして描画した。

### 4.2 ネットワークの関係構造の比較

図 3 左に比べ、図 3 右のネットワークは図中央に存在するフリーノードから延びるエッジの数が増加していることがわかる。また、それらのエッジの多くが一日の終わりの時間帯に対応した色で表現されている。一般に、アンカーマップにおいて多数のアンカーと接続するフリーノードは図中央に配置されることが多くなる傾向がある。これより、多くの web ページを巡る閲覧者は夜にサイトへ訪れる傾向があると読み取れる。

## 5 関連研究

動的ネットワークの可視化手法では時間軸の表現が課題となる。従来研究の多くは、実際の時間軸を利用したアニメーションや 3 次元空間の利用など時間軸を別次元に割り当てるアプローチをとる。また、時間軸を 2 次元平面上で表すアプローチをとる研究も存在する。豊田らは、Web ページ間のリンク構造の発展過程の可視化と分析を行うためのツールとして WebRelievo [2] を開発した。WebRelievo は漫画のコマ割りように時系列順に沿ってネットワーク図を 2 次元平面上に並べて提示する。本研究は、時間軸をそれぞれのノードに加えて表現し、任意の期間に存在するネットワークの変化を 1 つの像に提示する。そのため、他の研究と異なりネットワークの変化を一望できる。

## 6 まとめ

本論文では、動的ネットワークの変化を視覚的に提示する手法、およびこれを用いた可視化ツールについて述べた。可視化手法を用いることにより、ネットワークの変化を一望できる。開発した可視化ツールは、ユーザが注目する期間に存在するネットワークを抽出できる。これにより、任意の期間における動的ネットワークの関係構造の比較が可能となる。

## 参考文献

- [1] Kazuo Misue, "Anchored Map: Graph Drawing Technique to Support Network Mining", IEICE Trans. Inf. and Syst. Vol.E91-D No.11 pp.2599-2606, 2008
- [2] 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", WISS2004 pp.89-94, 2004