

ネットワークの視覚的表現を アニメーションで読み取りやすくする手法を開発

Webのリンク構造や企業間の提携関係、人間関係などのネットワークを表現するものとして連結図が広く使われていますが、大規模なネットワークでは多くのリンクが密集して重なり合うといった視覚的混雑が発生し、情報を読み取ることが困難になります。その対策としてさまざまな手法が提案されていますが、その一つに「部分エッジ描画」があります。リンクの一部を省略することで視覚的混雑を抑える効果があり、従来の連結図に比べて、読み取りに長い時間を要するものの、精度は良好であるということが示唆されています。

本研究グループはこれまでに、この部分エッジ描画を拡張して、リンクの表現にアニメーション（モーフィング）を導入し、リンクを時間とともに伸縮させる表現手法「モーフィングエッジ描画」を開発しており、すべてを一度に重ねて描くと密集して重なり合うようなネットワークでも、時間を分けて描くことで視覚的混雑が回避され、部分エッジ描画よりも読み取り時間に関して優れていることが分かっています。本研究では、ネットワークの規模が大きくなった時にモーフィングの周期も長くなるという問題に対して、モーフィングの周期を短縮する手法を新たに3種類開発しました。これにより、読み取り時間がさらに短縮できると期待できます。

本研究成果は、アニメーションを導入することで、ネットワークの視覚的表現を時間軸方向に拡張したものであり、今後、評価実験等を通して、その表現形式の有効性を確認する予定です。

研究代表者

筑波大学システム情報系

三末 和男 教授

研究の背景

Web のリンク構造や企業間の提携関係、人間関係などのネットワークを表現する方法として、連結図（図1左）が広く使われていますが、大規模なネットワークでは多くのリンクが密集して重なり合うといった視覚的混雑が発生し、情報を読み取ることが困難になります。その対策としてさまざまな手法が提案されていますが、その一つに「部分エッジ描画」があります（図1右）。リンクの一部だけを描く（一部分を省略する）ことでリンクの交差を排除するもので、視覚的混雑を抑える効果があり、実験的にも、従来の連結図に比べて、読み取りに長時間を要するものの、その精度は良好であることが示唆されています。

本研究グループは 2019 年に、部分エッジ描画を拡張して、リンクを時間とともに伸縮させる表現手法「モーフィングエッジ描画」を開発しました（図2）。リンクの表現にアニメーション（モーフィング）を導入したものです。すべてを一度に重ねて描くと密集して重なり合うようなネットワークでも、時間を分けて描くことで、視覚的混雑を回避できると考えられます。また、部分エッジ描画よりも、読み取り時間に関して優れている可能性が示されています。

しかしながら、モーフィングエッジ描画において視覚的混雑を回避するためには、リンクが重なり合わないよう、あるリンクが伸びている間は、そのリンクと交差するリンクは短い状態で待機する必要がありますが、そのために、ネットワークの規模が大きくなると、モーフィングの周期が長くなり、読み取りに要する時間も長くなってしまいうという問題がありました。

研究内容と成果

本研究では、このような問題に対して、モーフィングの周期を短縮するために、各リンクの動作を制御するスケジューリング手法を 3 種類開発しました。第 1 の手法は、すべてのスタブが最短の状態に戻る前に、交差が発生しないように、いくつかのスタブのモーフィングを開始することで、1 周期を短縮するものです。第 2 の手法は、1 周期内への複数回のモーフィングの埋め込みです。1 周期内に可能であれば複数回のモーフィングを埋め込むことで、実質的な周期を短縮します。第 3 の手法は、交差を許容するもので、ひとつのエッジにつき同時に一定数までの交差を許すようなスケジューリングを行います。それぞれの手法は、ネットワークの規模や種類、レイアウトによって効果が異なりますが、複数の手法を同時に組み合わせて使用することも可能です。例えば、第 1 および第 3 の手法をモデルネットワークに適用したところ、従来は 2.2 秒かかっていたモーフィングの 1 周期を、1.3 秒に短縮することができました（図3）。モーフィングの周期をより短縮することで、読み取り時間をさらに短縮できると期待できます。

今後の展開

連結図や部分エッジ描画の視覚的表現は静止画によるものですが、モーフィングエッジ描画は、連結図にアニメーションを導入することで、視覚的表現を時間軸方向に拡張したものとすることができます。その有効性はまだ十分に解明されていませんが、ネットワークの視覚的表現の新たな可能性を切り拓く可能性があり、評価実験等を通して有効性を確認するとともに、表現形式をさらに改善することを目指しています。

参考図



図1: 従来手法による連結図(左)と、これに部分エッジ描画を適用したもの(右)。連結図はノードの集合とそれをつなぐエッジ(リンク)の集合で構成される。部分的に描かれたエッジをスタブと呼ぶ。

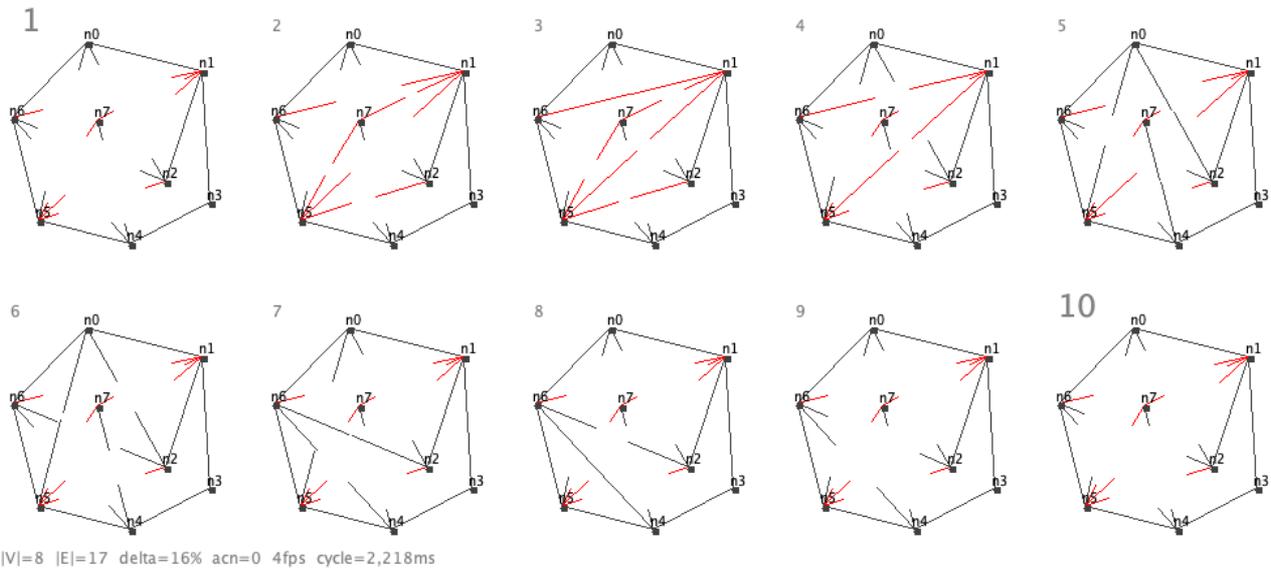


図2: 従来のスケジューリングアルゴリズムによるモーフィングエッジ描画(周期約2.2秒)。4fps^{注1)}で各フレームを描いたもの。赤線は周期の最初にモーフィングを開始するリンクを表す。9フレームで1周期が終わっており、10フレームからは2周期目が始まっている。

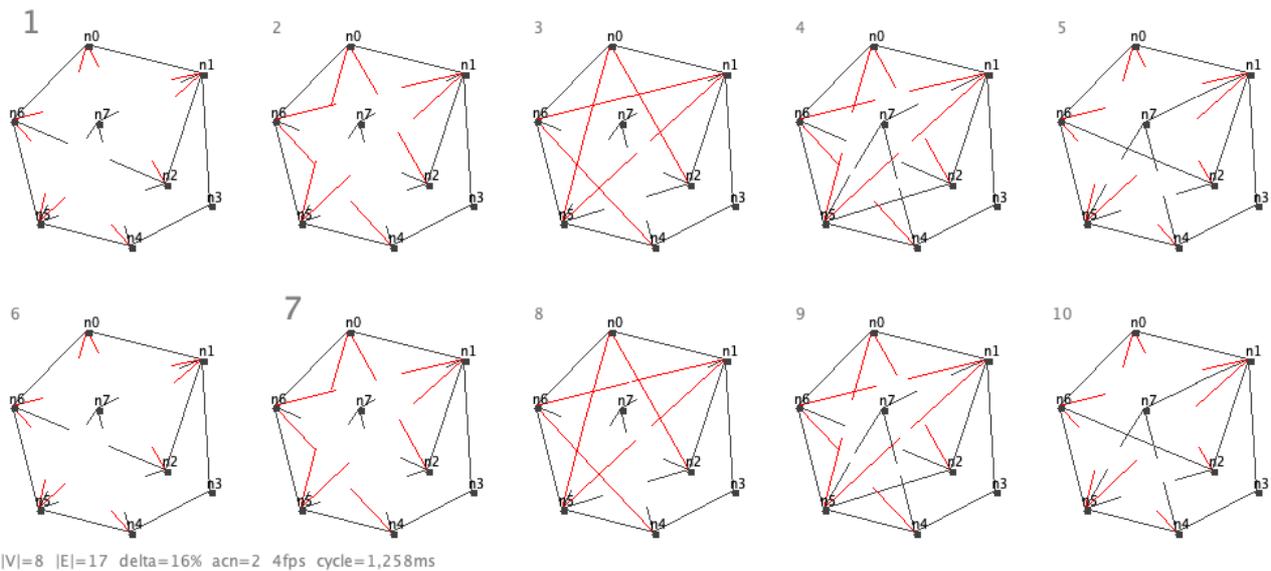


図3: 本研究で開発した3つの手法のうち、第1および第3の手法を適用したモーフィングエッジ描画。交差数2まで許容するようにスケジューリングしたもの。周期を約1.3秒まで短縮できており、6フレームで1周期が終わっている。

用語解説

注1) fps (frames per second)

フレームレート。1秒の動画を表すための静止画のコマ（フレーム）数で表す。映画は24fps。

研究資金

本研究は JSPS 科学研究費補助金の支援を受けて実施されました。

掲載論文

【題名】 Improved Scheduling of Morphing Edge Drawing

(モーフィングエッジ描画のスケジューリング改善)

【著者名】 Kazuo Misue

【会議名】 The 30th International Symposium on Graph Drawing and Network Visualization

【開催日】 2022年9月13日-16日

【DOI】 10.48550/arXiv.2208.11305 (オンライン先行公開: 2022年8月30日)

問い合わせ先

【研究に関すること】

三末 和男 (みすえ かずお)

筑波大学システム情報系情報工学域 教授

URL: <https://www.cs.tsukuba.ac.jp/~misue/index-j.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp