

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01250

研究課題名(和文) 複合グラフを対象とした可視化手法と分析システムの開発

研究課題名(英文) Development of visualization and analysis system for multiple graph

研究代表者

佐賀 亮介 (Saga, Ryosuke)

大阪府立大学・人間社会システム科学研究科・准教授

研究者番号：10509178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、複数の情報源を元に構築された複合グラフを対象に研究開発を行った。本研究における課題として、複合グラフ向けの可視化分析法、可視化結果の良しあしを測る定量的評価指標がない、ノード・エッジの要約が困難といった問題がある。そこで本研究では、美的ルールに基づいた定量的指標、その定量的指標を基にした進化計算による可視化法、及び、ノードの意味を考慮した要約法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

昨今において、多くの情報源がある中、それらを可視化することができるようになり、またその可視化結果を定量的に評価できることに学術的意義がある。つまり、従来では定性的・かつ感覚的だったものを定量的に落とし込むことで、可視化結果の改善などが可能になる。本研究の成果である可視化法は、その定量的指標により実現したものであり、かつ進化計算を用いることによって、特別なモデルを必要としないといった特徴がある。そのため、ユーザが特定のモデルを実装する必要がなく、計算機により自動的に可視化分析可能な状況を作り出す。また可視化した結果をユーザが解釈可能に要約する技術を開発した点で社会的に利用価値があると考えている。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a composite graph that was constructed from multiple sources of information. In this study, we developed a visualization analysis method for composite graphs, a quantitative method to measure the quality of visualization results, and a quantitative method to evaluate the quality of visualization results. There are problems such as the lack of a quantitative index and difficulty in summarizing node edges. Therefore, in this study, we propose a quantitative index based on aesthetic rules, an evolutionary computation based on the quantitative index, and a node-edge summarization taking into nodes' concept and topics

研究分野：データ工学

キーワード：ネットワーク可視化 情報可視化 グラフ分析 テキストマイニング

1. 研究開始当初の背景

複数の情報源から複数の共起グラフを作成し、それらをグラフマイニング手法により複合グラフ*として統合を行い、視点や視野に基づいて可視化する手法を開発している。複数の情報源を元に構築された複合グラフを対象に、因果関係や比較情報の可視化などと可視化分析システムに関する研究を進展させてきている。

しかしながら、これらの複合グラフを分析するにあたり、以下のような問題点が存在する。

問題1. 従来のネットワークの描画法が必ずしも適したものではない

問題2. 定量的な可視化評価指標がない

問題3. 大量ノード・エッジの縮約・要約が困難である

問題1は、ネットワークの可視化手法が複合グラフに対応していない点である。Kameda-Kawai法など多くのネットワーク可視化方法(Graph Drawing)が提案されているが、複合グラフを扱ったものはまだ少ない。また、大量のデータを扱う際にはエッジの情報が重要になってきており、昨今ではエッジバンドリング(以下、バンドリング)と呼ばれる手法が開発されてきている。そして、申請者も複合グラフ向けのバンドリング手法を開発してきているが、そのバンドリング結果はノード配置が座標情報のように最初から決定されている場合を除いて、必ずしも見やすいものではないという結果を得ている

問題2は、可視化全体の問題にも言及される。可視化の評価結果は基本的に人手によるものとなっている。昨今のWebによるアンケート収集技術もあり、アンケートにかかるコストは過去と比べ、未だにそのコストは多大であり、可視化手法を改善するためにも定量的な指標を定めることが大切である。

問題3は、問題1とも関連している。大量のデータを扱うと、当然ながら可視化対象であるノードやリンクの量も多くなる。そのため、それらを階層的に要約し表示することは有用な知識抽出に繋がると考えられる。たとえば、その1方法としてトピック推定によるラベリング(ラベル付け)が有用である。しかしながら、上記のことを考慮した上での階層的な情報対象とした縮約や自動ラベリングは未だなされていない。

2. 研究の目的

上記の問題点を解決するために、(1)定量的な可視化評価指標の開発、(2)定量的評価指標を基にしたバンドリング法の開発、(3)また複合グラフにおけるノードをトピックラベリングにより要約を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

(1)定量的な可視化指標をまずは開発するために、美的ルールに基づいて定量的ルールを作成した。そして、その定量的指標を使い複数のグラフを評価した後、それをユーザによって同等に評価してもらい、相関関係を取ることで有用性を評価した。

(2)(1)で開発した定量的な評価指標を用い、それを遺伝的アルゴリズムへと適用することでエッジバンドリングを行う可視化手法を開発した。

(3)既存手法であるNETLを改良することにより、グラフ構造(特に階層的な構造)を対象にラベルを付与する方法を考慮し、それを元にグラフ要約を行った。

4. 研究成果

(1)定量的指標として、MELD, MOA, EDDと呼ばれる3指標を提案(図1)し、またColor Purifyと呼ばれる複合グラフ向け指標を提案した。これらは、バンドリング後にリンク(エッジ)が曲がる具合を表現することによりオリジナルのものとの乖離度を示した指標、エッジが要約されたあとエッジの占める面積が減ればより要約できているという考えに基づいた要約表記指標、及び、エッジが要約されるとき、単位面積当たりの密度が高くなるという傾向から要約度を表記した指標、そして、色の混ざり具合を示した指標である。これらを提案し、ユーザとの評価を比較実験した結果、それぞれユーザ評価との相関があることが分かった。これらはEuroVis2016、及びEuroVis2018、HCI12018、AROB2019で報告されている。

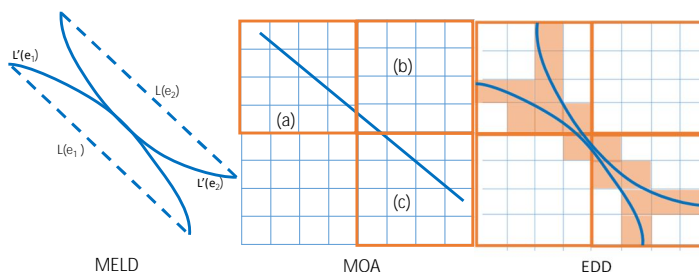


図1 定量的指標の基本イメージ図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ryosuke Saga	4. 巻 850
2. 論文標題 Visual Analysis for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications in Computer and Information Science	6. 最初と最後の頁 109-114
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/978-3-319-92270-6_15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryosuke Saga, Shoji Nohara	4. 巻 111
2. 論文標題 Improvement Method for Topic-Based Path Model by Using Word2vec	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions on Engineering Technologies	6. 最初と最後の頁 325-335
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） DOI: 10.1007/978-981-10-7488-2_24	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryosuke Saga, Toshimasa Yagi	4. 巻 111
2. 論文標題 Network Visualization of customer expectation using Web in coffee service	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 597-601
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s10015-018-0425-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryosuke Saga	4. 巻 714
2. 論文標題 Preliminary Survey for Multigraph Integration and Visualization Framework	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 HCI International 2017 Posters' Extended Abstracts	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-319-58753-0_84	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Validation of Quantitative Measures for Edge Bundling by Comparing with Human Feeling
3. 学会等名 Intl. Conf. on 20th EG/VGTC Conf. on Visualization (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Proposal of Quantitative Evaluation for Multi-type Edge Bundling based on Color Distribution
3. 学会等名 Intl. Symposium on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富川 数馬、佐賀 亮介
2. 発表標題 サービス事前期待のネットワーク可視化上への評価影響度情報の付与
3. 学会等名 第7回サービス学会国内大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Correlation analysis between human feeling and quantitative evaluation criteria
3. 学会等名 International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ryosuke Saga, Toshimasa Yagi
2 . 発表標題 Network visualization of customer expectation using Web in coffee service
3 . 学会等名 International Symposium on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ryosuke Saga
2 . 発表標題 Quantitative Evaluation of Multi-Type Edge Bundling - Example for Japan Airmap
3 . 学会等名 Information Visualization Theory and Applications 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ryosuke Saga
2 . 発表標題 Preliminary Visual Analysis for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy in Japan
3 . 学会等名 Asian Conference for Information Science 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Ryosuke Saga
2 . 発表標題 Preliminary Survey for Multigraph Integration and Visualization Framework
3 . 学会等名 19th International Conference on Human-Computer Interaction 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Visual Analysis for Overcoming Population Decline and Vitalizing Local Economy in Japan
3. 学会等名 20th International Conference on Human-Computer Interaction 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Quantitative Evaluation for Edge Bundling Based on Structural Aesthetics
3. 学会等名 Eurographics Conference on Visualization (EuroVis), Posters Track (2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryosuke Saga, Takuya Yuto
2. 発表標題 Trend Anarisis for Patent Network Visualization
3. 学会等名 Asian Conference on Information System (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryosuke Saga
2. 発表標題 Proposal of network visualization of customer expectation by using Web
3. 学会等名 International Symposium on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takafumi Yamashita, Ryosuke Saga
2. 発表標題 Cluster-Based Edge Bundling based on a Line Graph
3. 学会等名 The International Conference on Information Visualization Theory and Applications (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Saga, Naoaki Ohkusa, Takafumi Yamashita, Nahomi Maki
2. 発表標題 Visualization of Customer Expectation from Web Text using Co-occurrence Graph and Auto-labeling in the service Market
3. 学会等名 The International Conference on Information Visualization Theory and Applications (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考