

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25420448

研究課題名(和文)複数情報源の特性統合と視点・視野に基づく情報可視化システムの開発

研究課題名(英文) Study of information multiple graph integrated visualization systems based on multiple viewpoints and perceptions

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) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、情報源の特性を分析者の視点に基づき複合ネットワークを生成し、同時に可視化できるネットワーク可視化技術の開発を行う。具体的に、様々な情報源における特徴を統合した複合ネットワークの生成、複数の情報源における情報を表出化しそれを分析できる技術の開発、複数視野に基づいた統合的分析のための描画改善法の開発をより詳細な目的として開発を行った。その結果、雑誌論文、発表論文ともに10件以上の成果を生み出し、目的を達成することができた。

研究成果の概要(英文)：This research develops the technologies for integrating features of information sources expressed in networks, and visualising the networks. In details, generating integrated network techniques, feature extraction and analysis among information sources and improvement of visualization and graph drawing techniques are proposed in this research. As a result, we have a lot of perceptions from the results and we can publish more than 10 journals and presentations.

研究分野：情報可視化、データ工学、テキストマイニング

キーワード：情報可視化 データ工学 テキストマイニング ネットワーク可視化

## 1. 研究開始当初の背景

FACT-Graph は時系列データにおける大域的なトレンド可視化だけでなく、それを改良・応用することにより因果関係や比較情報の可視化などと発展してきている。しかしながら、個々の情報発信により形成されたビッグデータを対象としたとき、その発信者個人の知識特性だけでなく、その情報源の特徴が混在しているため、それを可視化した FACT-Graph は分析者の視点や視野では可視化結果から有用な知識が得られない可能性があり、また視野を切り替えることによる情報欠落の影響が大きい。そこで本研究では、情報源の特性を比較統合し、また分析者の視点に基づき FACT-Graph を生成し、複数視野間を同時に可視化できる FACT-Graph の開発を行う。

## 2. 研究の目的

本研究を達成するために、FACT-Graph をより一般的な複数属性を持つネットワークとみなし、その上で以下の目的を設定し、遂行を行った。

目的1. 様々な視点に応じた、複合ネットワークを生成する

目的2. 複数の情報源における情報を表出化し、それを分析できる技術の開発

目的3. 複数視野に基づいた統合的分析のための描画改善法の開発

特に、目的3に関しては、目的1を遂行している際に改善が必要ということで新たに追加した目的である。

## 3. 研究の方法

### ・目的1

目的1を達成するために、まず合成の方法を整理した。合成を行う際に、和演算による手法、積演算によるもの、また確率的選択法を提案した。この和演算や積演算、確率的演算法により、複数のグラフ(ネットワークの数理表現)を統合する。そして、統合したものに対し、各種属性を付与することで、目的を達成する。

また、さまざまな視点の見方を提供するために、チャンス指標を開発し、それをグラフ上に表示することで、様々な視点を提供する。具体的に、ネットワーク上において、

(1) チャンスであるノードは媒介中心性が大きいノードである

(2) チャンスであるノードは共起度の小さいリンクを保持している

という二つの特徴をもつノード(ネットワーク上の頂点)を、分析から抽出する。

### ・目的2

目的2においては、まず各種情報源の情報を定量的に比較・分析可能なものにするための方法論を開発する。本研究では、研究当初に対象としていた FACT-Graph で扱っていたテキストデータをターゲットにし、それから

定量的に分析を行う。定量的に分析を行うために、本研究では構造方程式モデリングを対象に開発をする。構造方程式モデリングを行う際の問題として、モデルの妥当性と正当性、説明力があげられる。本研究では、この問題を階層的トピックモデルにより構築することで解決する。

### ・目的3

ネットワークを生成する際に問題となったこととして、Visual Clutter がある。つまり、情報が煩雑になりすぎて、情報を把握することが困難になる。目的1を遂行している際に、この問題に気づき、この問題を解決するために、この問題へのアプローチを始めた。

本研究で問題になるのは、ノードとリンクである。実際に統合する際に、多くのノードやリンクがあり、これが混在することが多々ある。ノードの煩雑さを解決するために、クラスタリング手法が利用できる。しかしながら、クラスタリングをした後、そのラベリングをする必要があり、そのラベリングの精度が分析結果に意味を持つ。このラベリングのために、共起ネットワーク上のラベリング手法を作成する。

また、リンクの煩雑さを解決するために、従来、エッジバンドリングと呼ばれる手法がある。この手法を複数情報源でも活用できるように、拡張したものを開発し、またその拡張したものを評価できるものを開発した。

## 4. 研究成果

目的1を遂行するために、多くのニュースサイトや新聞記事などの情報源を対象に、共起グラフを作成し、それを合成し、可視化を行った(図1、学会発表(16)など)。また、可視化の有用性を確認するために、サービスへの可視化を行い、有用性を確認した(図2、学会発表(25)など)。

目的2に関して、ゲーム購買データに関して対象を分析し、そのモデルの有用性などを検証した(雑誌論文(1),(5)、図3など)。また、そのトピックモデルより構築されたモデルを分析するために、Word2Vec などの語彙の関係モデルを用いることにより、分析モデルの改善を行っている(学会発表(24))。

目的3に関しては、共起ネットワークに対して自動ラベリング手法を付与し、ラベルをネットワーク上に可視化することができた。また、今回、サービスに関して分析を行ったが、サービス提供者とサービス消費者の事前期待を重ね合わせることで、サービスの品質要因を表出化することができた(学会発表(3))。また、複数情報源に対応するために複数属性に対応したエッジバンドリング手法を開発した。図4は空路図に対してその手法を適用したものであり、色で示された各航空会社ごとに、まとめることができた(学会発表(11))。

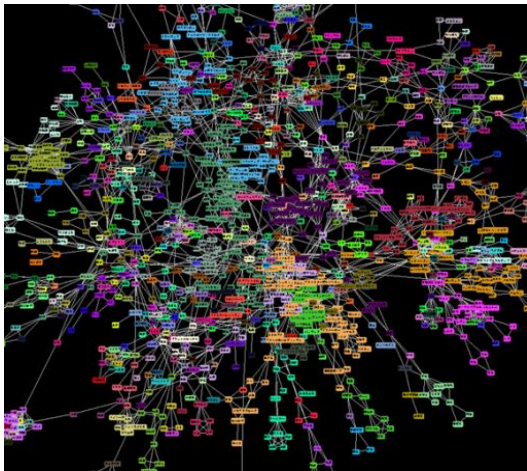


図1 ニュースサイトや新聞記事の統合的な可視化結果

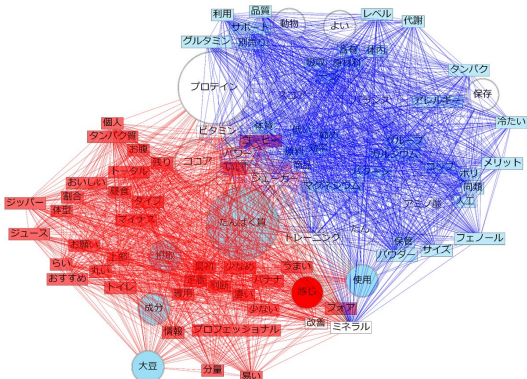


図2 サービスの可視化例

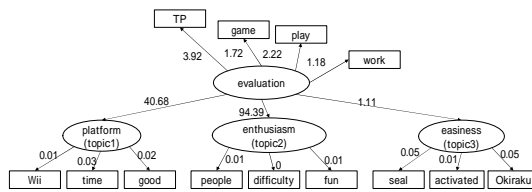


図3 テキストからのモデル構築例(ゲーム分野)

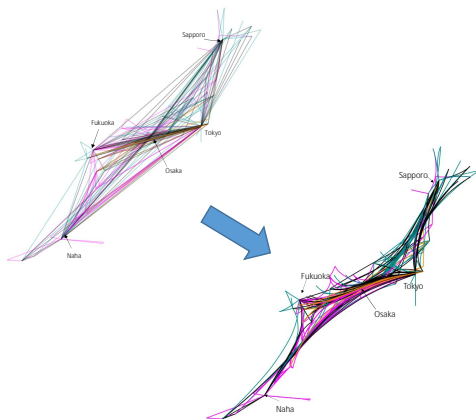


図4 エッジバンドリング例

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計14件)

(1) Ryosuke Saga, Rikuto Kunimoto, LDA-based Path Model Construction Process for Structure Equation Modeling, Artificial Life and Robotics, 査読有, 21-2, 2016, pp.155-159.

(2) Yukihiro Takayama, Ryosuke Saga, Proposal of Change Index in Co-occurrence Network, Electrics and Communications, 査読有, 99, 2016, pp.644-650.

(3) Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Finding Division Points for a Time Series Corpus Based on Structural Change Point Detection, Artificial Life and Robotics, 査読有, 21-2, 2016, pp.160-164.

(4) Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Finding division points for a time series corpus based on structural cheese point detection, Artificial Life and Robotics, 査読有, 1, 2016, pp.1-5.

(5) Ryosuke Saga, Rikuto Kunimoto, LDA-based Path Model Construction Process for Structure Equation Modeling, Artificial Life and Robotics, 査読有, 21/2, 2016, pp.155-159.

(6) Ryosuke Saga, Takafumi Yamashita, Multi-type Edge Bundling in Force-Directed layout and Evaluation, Procedia Computer Science, 査読有, 60, 2015, pp.1763-1771.

(7) Takafumi Yamashita, Ryosuke Saga, Edge Bundling in Multi-attributed Graphs, Electronics and Communications, 査読有, 9172, 2015, pp.1-5.

(8) 高山幸大, 佐賀亮介, 共起ネットワークにおけるチャンス指数の提案, 電気学会論文誌C, 査読有, 135(6), 2015, pp.644-650.

(9) 国本陸斗, 佐賀亮介, hLDAとSEMを用いたユーザによるゲームソフト評価に関する要因分析, 電気学会論文誌C, 査読有, 135(6), 2015, pp.602-610.

(10) Rikuto Kunimono, Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Factor Analysis for Game Software Using Structural Equation Modeling with Hierarchical Latent Dirichlet Allocation in User's Review Comments, International Journal of Knowledge Engineering, 査読有, 1, 2015, pp.54-58.

(11) Yukihiro Takayama, Ryosuke Saga, Proposal of Chance Index in Co-occurrence Visualized Network, International Journal of Knowledge Engineering, 査読有, 1, 2015, pp.78-82.

(12) Ryosuke Saga, Hiroshi Kobayashi, Takao Miyamoto, Hiroshi Tsuji, Measurement Evaluation of Keyword

Extraction Based on Topic Coverage, Communications in Computer and Information Science, 査読有, 434, 2014, pp.224-227.

(13) Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Finding Division Points for Time-Series Corpus Based on Topic Changes, Lecture Notes in Computer Science 査読有, 8521, 2014, pp.364-372.

(14) Rikuto Kunimoto, Ryosuke Saga, Purchase Factor Expression for Game Software Using Structural Equation Modeling with Topic Model in User's Review Texts, International Journal of Innovation, Management and Technology, 査読有, 5(6), 2014, pp.417-421.

〔学会発表〕(計 28 件)

(1) Shoji Nohara, Ryosuke Saga, Preprocessing Method Topic-Based Path Model by Using WORD2vec, The International Multi conference of Engineers and Computer Scientists 2017 (IMECS2017), March 15-17(2017) (Kowloon, Hong Kong)

(2) Ayumu Sakaguchi, Shoji Nohara, Ryosuke Saga, Network Prediction Of Evaluation Value from Product Reviews and Explanation to Healthcare Products Using Network, The International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2017 (IMECS2017), March 15-17(2017) (Kowloon, Hong Kong)

(3) Ryosuke Saga, Naoaki Ohkusa, Takafumi Yamashita, Nahomi Maki, Visualization of Customer Expectation from Web Text using Co-occurrence Graph and Auto-Labeling in the Service Market, International Conference on Information Visualization theory and Applications 2017 (IVAPP2017), February 27 - March 1(2017) (Porto Portugal)

(4) Tatemichi Yamashita, Ryosuke Saga, Cluster-based Edge Bundling based on a Line Graph, International Conference on Information Visualization theory and Applications 2017 (IVAPP2017), February 27 - March 01(2017) (Porto, Portugal)

(5) Ryosuke Saga, Proposal of Network Visualization of Customer Expectation by Using Web, International Symposium on Artificial Life and Robotics 22<sup>nd</sup> 2017 (AROB2017), January 19-21(2017) (Oita, Japan)

(6) Ryosuke Saga, Takuya Yuto, Trend Analysis for Patent Network Visualization, Fifth Asian Conference on Information Systems 2016 (ACIS2016), October 27-29 (2016) (Krabi, Thailand)

(7) Ryosuke Saga, Quantitative Evaluation for Edge Bundling by Difference of Edge

Lengths and Area Occupation, International conference on Human-Computer Interaction 2016 (HCI2016) July 17-22(2016) (Toronto, Canada)

(8) Ryosuke Saga, Quantitative Evaluation for Edge Bundling Based on Structural Aesthetics, 18<sup>th</sup> EG/VGTC conference on Visualization, June 6-10(2016) (Groningen, The Netherlands)

(9) Ryosuke Saga, Quantitative Evaluation for Edge Bundling Based on Structural Aesthetics, 18<sup>th</sup> EG/VGTC Conference on Visualization, June 6-10(2016) (Groningen, The Netherlands)

(10) Hatuho Sakai, Ryosuke Saga, Aspect Evaluation by Using Overall Rating and Category Characteristics of Reviews, International Conference on Business and Industrial Research 2016 (ICBIR2016), May 12-13(2016) (Bangkok, Thailand)

(11) Ryosuke Saga, Takafumi Yamashita, Multi-type Edge Bundling for Geographic Layout Graph, 11<sup>th</sup> International Conference on Knowledge Management (ICKM2015), November 4-5(2015) (Osaka, Japan)

(12) 山下隆史、佐賀亮介, 他属性グラフへのエッジバンドリングの適応, 第 14 回情報科学技術フォーラム, 9 月 15-17 日(2015) (愛媛、香川)

(13) Takafumi Yamashita, Ryosuke Saga, Edge Bundling in Multi-attributed Graphs, The 17<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction (HCI2015), August 2-7(2015) (Los Angeles, USA)

(14) Takafumi Yamashita, Ryosuke Saga, Multi-type Edge Bundling in Multi-Attributed Graphs, The 17<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction 2015 (HCI2015), August 2-7(2015) (Los Angeles, USA)

(15) 山下敬史, 佐賀亮介, 属性を考慮したグラフへのエッジバンドリングの適用, 情報処理学会第 77 回全国大会, 3 月 17-19 日(2015) (京都, 京都)

(16) 堺初穂, 佐賀亮介, 複数情報源による共起語グラフ可視化アプリケーションの提案, 情報処理学会第 77 回全国大会, 3 月 17-19 日(2015) (京都, 京都)

(17) Ryosuke Saga, Rikuto Kunimoto, LDA-Based Path Model Construction Process for Structure equation Modeling, International Symposium on Artificial Life and Robot (AROB 20<sup>th</sup> 2015), January 22-23(2015) (Beppu, Japan)

(18) Yukihiro Takayama, Ryosuke Saga, Proposal of Chance Index in Co-occurrence Visualized Network, International Conference on Knowledge (ICK2015),

January 15-16(2015) (Portsmouth, UK)  
(19)Rikuto Kunimoto, Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Factor Analysis for Game Software Using Structural Equation Modeling with Hierarchical Latent Dirichlet Allocation in User's Review Comments, International Conference on Knowledge (ICK2015), January 15-16(2015) (Portsmouth, UK)  
(20)Rikuto Kunimoto, Ryosuke Saga, Purchase Factor Expression for Game Software Using Structural Equation Modeling with Topic Model in User's Review Texts, International Conference on E-Education, E-business, E-management and E-learning (ICEBML2015), January 10(2015) (Doha, Qatar)  
(21)Ryosuke Saga, Visualization of Comparison of Texts from Two Information Sources By Network Integration, International Conference on Knowledge, Information, and Creativity Support System (KICSS2014), November 6-8(2014) (Limassol, Cyprus)  
(22)Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Finding Division Points for Time-series Corpus Based on Topic Changes, The 16<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction (HCI2014), June 22-27(2014) (Heraklion, Greece)  
(23)Ryosuke Saga, Hiroshi Kobayashi, Takao Miyamoto, Hiroshi Tsuji, Measurement Evaluation of Keyword Extraction Based on Topic Coverage, The 16<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction (HCI2014), June 22-27(2014) (Heraklion, Greece)  
(24)Hiroshi Kobayashi, Ryosuke Saga, Finding Division Points for Corpus Based on Topic Changes, 16<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction (HCI2014), June 22-27(2014) (Heraklion, Greece)  
(25)Ryosuke Saga, Network Visualization of Difference of Value in Use, International Conference of Business and Industrial Research (ICBIR2014), May 15-16(2014) (Bangkok, Thailand)  
(26) Ryosuke Saga, Network Visualization of Difference of Value in Use International Conference of Business and Industrial Research (ICBIR2014), May 15-16(2014) (Bangkok, Thailand)  
(27)佐賀亮介, Webを利用したサービス利用状況のネットワーク可視化, 平成 26 年電気学会全国大会, 3月16-18日(2014) (松山, 愛媛)  
(28)佐賀亮介, ネットワーク可視化による価値差分抽出の試み, 第 5 回横幹連合コンファレンス, 12月21 - 22日(2013) (高松, 香川)

〔図書〕(計1件)

第3世代のサービスイノベーション研究会著 (小阪満隆, 船橋誠壽, 佐賀亮介 他) 社会評論社: 第3世代のサービスイノベーション 2017, 279, pp.265-273.

## 6. 研究組織

### (1) 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