

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04879

研究課題名（和文）組織におけるマネジメントシステム運用に有効なファジィグラフモデリングと分析

研究課題名（英文）Effective Fuzzy graph modeling and analysis for management system operation in organizations

研究代表者

塩野 康德（SHIONO, Yasunori）

横浜国立大学・情報戦略推進機構・講師

研究者番号：40584355

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、組織におけるマネジメントシステム運用の実態把握、改善と向上に有効な分析手法、業務改善や意思決定にも役立つ情報をわかりやすく伝える方法を実現することを目的としている。マネジメントシステム運用上の全体構造と業務との関連が把握しづらい問題などを改善するため、関連業務を識別できるニューラルネットワークを構築し、各データとの関連度をファジィ関係として定義して、業務との関連性を定量的に定めたファジィデータベースを提案した。そして、ファジィグラフを基盤とした情報分析インタフェースを具体化することで、さらなる発展と応用も期待できるマネジメントシステム運用を対象とした分析システムを構築できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ファジィグラフはあいまいな関連を定量化し、全体構造の表現を段階的かつ局所的に行うことができるが、分析インタフェースにおいて活用するための表現方法が課題となっていた。機械学習を取り入れることで、業務とマネジメントシステム関連要素と構成員の関係性を視覚的に捉えられる表現方法を実現でき、実用性を示すことができた。業務改善や意思決定に有益な情報を提供し、動的に解析する手法の1つの可能性となり、本研究成果は、業務とマネジメントシステム運用の改善と向上の一助となる。また、新たな分析の可能性も見出すことができ、その他の対象への有効性も期待できる成果となった。

研究成果の概要（英文）：This study aims to understand the actual situation of management system operation in an organization and to realize an effective analytical method for improvement and enhancement. Efficient engagement with business operations is an issue; consequently, understanding and analyzing actual situations is required. To solve this problem, a fuzzy database was proposed in which a neural network that can identify related tasks was constructed, the degree of association with each data was defined as a fuzzy relationship, and the relationship with the tasks was quantitatively defined. As a result, by materializing an information analysis interface based on fuzzy graphs, an analysis system targeting management system operations was constructed, which is expected to be further developed and applied.

研究分野：知能情報、数理情報、情報教育

キーワード：マネジメントシステム運用 ファジィグラフ データマイニング 分析インタフェース ソフトコンピューティング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

情報技術の発展に伴い、扱えるデータ量も増え、蓄積されたデータから意味のある情報を引き出すデータマイニング技術が求められている。組織のマネジメントにおいても、データに基づく意思決定に取り組み、組織体制や組織運営を検討することは、組織の成長に大きく寄与するものと考えられる。データを有効に活用するためには、データ間の関係性を意味のあるものとして人間が理解しやすくする必要があり、わかりやすく伝えなければならない。そのためには、実態把握のための情報を収集し、有用な情報を導き出すための実態把握分析手法とそれを活かすインタフェースが必要となってくる。

近年、組織マネジメントの国際的な標準化も進み、国際規格に基づく情報セキュリティと IT サービスの管理運営が組織の取り組みとして注目されており、ISMS (情報セキュリティマネジメントシステム) や ITSMS (IT サービスマネジメントシステム) の認証取得を行う組織も増えている。規定や管理策を定め、有効性の評価や継続的改善が求められ、実際の業務との結びつきが課題となってくる。

一方、グラフ理論に基づく可視化と分析手法として様々なものが提案され、活用されている。ファジィグラフもその一つであり、関係性の分析などで重要な役割を果たしている。しかしながら、どの程度ある集まりに関係や影響があるかなどの分析や描画は少なく、ファジィグラフの表現方法も課題となっている。マネジメントを行う上でも、マネジメントプロセスや業務との関係性を含めた組織の全体構造を分析し、あいまいな情報も含め把握することは重要である。ファジィグラフはあいまいな関連を定量化し、全体構造の表現を段階的かつ局所的に行うことができるので、これらの技術によりマネジメントの構造を効果的に表現し分析できれば、マネジメントシステム運用の改善と向上の一助となる。

## 2. 研究の目的

組織におけるマネジメントシステム運用の実態把握、改善と向上に有効な分析手法をグラフ理論とファジィ理論の枠組みで確立し、効果的な分析や重要視点を提供して、業務改善や意思決定にも役立つ情報をわかりやすく伝える方法の実現を目的とする。マネジメントに関連するデータを活用し、新たな分析手法を確立して、組織運営におけるマネジメントの実態を明らかにする。そして、可視化、業務効率化を含む継続的改善に有用な手法や分析インタフェースの提案を行い、有用性を導き出す。

## 3. 研究の方法

これまでにソシオメトリー分析と文書データを対象として、ファジィクラスタリングによる分析手法とファジィグラフによる表現の研究を行っている。これらの成果を踏まえ、横浜国立大学の情報基盤センターで運用している ISMS (情報セキュリティマネジメントシステム) と ITSMS (IT サービスマネジメントシステム) において蓄積されたデータや業務データを利用し、マネジメントシステム運用における有用性を考慮しながら、発展させ進めていく。

マネジメントシステム運用において問題となってくることは、マネジメントシステム上の全体構造と業務との関連が見えづらい点である。そこで各データとの関連度合をファジィ関係として定義し、マネジメントと業務との関連情報を含むファジィデータベースを構築し、ファジィグラフを基盤とした意味のある情報分析インタフェースを実現していく。

本研究の特色の1つは、ユーザ属性を活かすアプローチである。方法としては、データベースの作成に取り入れることと、分析インタフェースに活かすことである。前者では、データをどんな立場の人が作成したかなどをファジィ関係に対して学習させることが考えられ、後者では、ユーザや分析の対象になっている人に関連する情報などを優先して提案するなどがある。最終的に分析システムを構築し、実際のデータを用いた分析と考察を行う。

## 4. 研究成果

業務データとマネジメントシステム関連データと担当業務情報を利用して、ファジィグラフによるモデリングを行い、担当業務に基づく業務分析とマネジメントシステム運用分析を行う手法を提案した。また、ファジィデータベースの構築からファジィグラフ描画アルゴリズムを用いた分析インタフェースの基盤を設計し、基本的な分析が行えるシステムを実現した。そして、実際の業務データを用いて、いくつかの分析結果を示した。分析では、開発したシステムを利用し、視覚的に業務やマネジメントシステム運用の関係性を捉えることができ、その結果を踏まえて考察を行った。

分析手法では、各要素の関係性がファジィ関係により定義されている。具体的には、業務データ間の関係性、構成員同士の関係性、業務データと構成員の関係性の定義を行った。業務データ間の関係性は、文書に含まれる単語の重要度を算出する手法である tf-idf をベースとして類似度を計算することで求める。構成員同士の関係性は、初期値として自分自身以外は直接関係性がないものと設定したが、最終的なファジィクラスタ分析に基づく分析結果では他の関係性が

ら導かれることになる。業務データと構成員の関係性は、ニューラルネットワークを構築し、業務データに対する関連度合いの高い構成員の情報を学習することで求められるようにした。これらの関係性の定義に従い、関係性全体を表現するファジィ行列を生成し、ファジィモデルを構成した。そして、関係性を表すモデリングを実際のデータを用いて行った。また、構築したニューラルネットワークを利用して、マネジメントシステム関連要素と構成員の関係性も定量化できることも示し、各関係性についての議論を行った。

提案したファジィモデルを利用し、ファジィデータベースの構築に関する一般化についても成果としてまとめた。各データと構成員の情報からファジィネスを計算することで、ファジィ行列を導出し、ファジィクラスタリングにより分割樹形図を生成して、ファジィデータベースを構築することを示した。

分析インタフェースでは、構築したファジィデータベースを利用し、ファジィグラフ自動描画アルゴリズムに基づき可視化を行うことで、ユーザが視覚的に関係性をわかるようにしている。ファジィグラフ自動描画アルゴリズムでは、業務とマネジメントシステム運用における分析において、より有用な表現を行うためにも、表現方法に関するアルゴリズムの改良についての提案を行った。そのため、分析インタフェースにおいて、関係性のあるものをより近くに配置できるようになっている。ユーザビリティも考慮し、ファジィグラフにより可視化されたものに対して、ノードやクラスタの位置を自由に変更できるようにしている。そして、クラスタの中のノードをまとめるか、個別に表示するかをユーザが選択できるようにもしている。分析インタフェースにおけるグラフ表現では、ノードは、業務データや構成員、マネジメントシステム関連の要素に対応している。また、エッジは関係性のつながりを表す。エッジの表示についても表示方法を変更することができ、クラスタリングのレベルに応じて、表示できるエッジを選択できるようになっている。

以上で述べた分析インタフェースを利用して、実際の業務データからいくつかの分析と考察を行った。構成員と業務データとの関係性の分析では、関連する業務データを視覚的に捉えることができる。エッジの関連度合いを見ることで、次に関連する業務データを参照できるので、業務効率や優先して参考すべきデータの集まりなどを把握できることを示した。また、構成員同士でお互いに関連の強い業務データがわかるので、関連の強い構成員に相談するなど、効率化や共同作業による合理化の可能性も考えられる。マネジメントシステム関連要素との関係性分析では、マネジメントシステム運用における定義書や手順書の関係性を視覚的に捉えることができる。そのため、定義や手順を定める際に優先的に参考にできる要素がわかる。それだけでなく、例えば、運用におけるプロセス定義において、関係が強くないと思われていたプロセスや手順との関係が、ファジィグラフによる分析結果によって、比較的強い関係性として発見できることが考えられる。また、マネジメントシステム運用において関連のある要素と各構成員がどの程度関連があるかを定量的に確認できるので、実際の内容と照らし合わせることで、定義書やプロセスの妥当性の確認や改善につながる1つの指標となり得ると考えられる。このような指標が確認できれば、どの役割を担当させるのが良いかなど意思決定の際にも、有益なものとなる。

今後の展望としては、可視性の改善と、より有用な各種業務データとマネジメントシステム運用における分析が挙げられる。研究を進める中で、ファジィグラフ表現の特徴に基づく情報や特性の自動抽出の可能性も考えられた。また、研究成果として示した分析において構築したニューラルネットでは、ハイパーパラメータ探索により、最良と思われるパラメータを設定したので、精度が高い値となったが、対象範囲を広げた際にも同様に高い値となるかどうかは、注意する必要がある。もし、対象範囲を大きく広げ、精度が著しく低下してしまった場合は、テキストデータ処理やニューラルネットワークの構築を工夫して、精度を上げることを検討する必要がある。情報技術の発達に伴い、情報セキュリティリスクの増大や情報サービスの多様化がなされ、国際規格に基づくマネジメントや業務への取り組みは、今後もますます重要なものと考えられる。そのため、本研究課題の成果はそれに寄与ものとなり、より実用化への取り組みが必要となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 塩野 康德	4. 巻 25
2. 論文標題 業務及びマネジメントシステム運用分析のためのファジィデータベース構築と分析インタフェース	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 学術情報処理研究	6. 最初と最後の頁 71～77
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24669/jacn.25.1_71	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 塩野 康德	4. 巻 24
2. 論文標題 業務データの機械学習を利用したファジィモデルに基づく業務及びマネジメントシステム運用分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 学術情報処理研究	6. 最初と最後の頁 10～18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24669/jacn.24.1_10	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 Yoshizumi Toshihiro, Sumida Tomoo, Shiono Yasunori, Namekawa Mitsuhiro, Tsuchida Kensei	4. 巻 15
2. 論文標題 Analysis indices of human relationships based on fuzzy model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Hybrid Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 183-193
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3233/HIS-190270	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1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yasunori Shiono, Toshihiro Yoshizumi, Takaaki Goto and Kensei Tsuchida
2. 発表標題 Fuzzy Database and Interface to Analyze Management System Operations
3. 学会等名 Proceedings of the 8th ACIS International Virtual Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------