

研究初心者のサーベイ行為を対象とした 論文整理支援システムの基礎検討

A Supporting System for Organizing Paper in Novice Students' Survey Behavior

西村 勇哉^{1*} 大杉 隆文¹ 盛山 将広² 内藤 峻² 松下 光範¹
Yuya Nishimura¹ Takafimi Osugi¹ Yukihiro Moriyama² Shun Naito² Mitsunori Matsushita¹

¹ 関西大学 総合情報学部 総合情報学科

¹ Faculty of Informatics, Kansai University

² 関西大学大学院 総合情報学研究科

² Graduate School of Informatics, Kansai University

Abstract: This goal of our study is to encourage novice students to understand the research field. We propose a thesis information visualization interface to support research reorganization for novice students. Novice Students don't have knowledge and experience of research activities. So novice beginners cannot make good use of the survey. Therefore, in this paper, we will visualize the relation of surveyed paper information. We use Euler diagram for visualization. By experiments, novice students were able to grasp information surveyed by themselves. And it was confirmed to promote understanding of the research field.

1 はじめに

現在、論文検索のための検索エンジン (e.g., Google Scholar, CiNii) や学会のポータルサイトなどを利用することで、Web 上での論文検索が可能である。年々新しい分野の研究が行われており、研究分野が細分化されている [1]。さらに、学生の卒業論文や著名な論文誌に掲載された論文など、多様な論文が存在しているため、Web 上には数多くの論文が存在する。研究者はこの膨大な論文の中から、自身の研究分野において、これまで行われてきた研究や最新の動向を把握するために、関連のある分野、取り扱う技術、研究対象とするユーザなどに着目して論文を検索し、読むことで内容を理解する。このような行為はサーベイと呼ばれ、研究活動において、自身の研究の位置付けを明確にするために欠かせない作業である。

大学研究室に所属し、研究活動を目的とした論文執筆を経験していない学生 (以下、研究初心者) は、多くの場合、研究室に所属した後に初めて研究を行うため、サーベイや研究に関する知識や経験がない場合が多い。そのため、サーベイをすべき研究分野や、サーベイを通して得られる情報の適切な整理方法などがわからず、

自身の研究分野についての理解を深めることが難しくなる。また、自身の研究分野に関係している技術や研究分野を把握していない場合、その技術や、研究分野の知見を活用することで生まれる新たな知見に気づくことができなくなる。

そこで本研究では、研究初心者を対象として、サーベイにおける検索方法やサーベイした論文についての理解を促し、研究分野への理解を深めさせるためのシステムの実現を目指す。本稿では、その端緒として、研究初心者がサーベイに対して抱える問題点に関する調査と、そこで得られた知見に基づいて作成したプロトタイプシステムについて述べる。

2 関連研究

2.1 情報の可視化

サーベイにおける論文検索方法の 1 つとして、既に読んだ論文が参照している論文をもとに次に読む論文を選択する方法がある。井上らは、ユーザが選択した論文とその参考論文との関係の可視化システムを提案している [2]。このシステムは、ユーザが選択した論文が参照しているものを文字ではなく図として提示することで、参照関係の繋がりを一目で認識させることを

*連絡先：関西大学総合情報学部総合情報学科
〒 569-1095 大阪府高槻市霊山寺町 2-1-1
E-mail: mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

狙いとしている．さらに，ユーザが選択した論文に対する参照理由や，実際に論文の参照箇所の情報などを表示することで，ユーザは必要となる論文を容易に取捨選択できるようにしている．実験結果から，これらの機能によりユーザの論文サーベイの検索効率が向上することが示された．一方で，論文の参照関係の可視化と，参照理由などの情報提示を別画面で行っていることが，ユーザの情報把握の負担になることが示唆された．

2.2 ユーザの意図の考慮

伊藤らは，ユーザ主導で情報の共有や創造の支援を目的としたある事柄に対しての関連情報の可視化システムを提案した [3]．提案手法では，可視化システムがユーザに対して可視化表現を変更する手段を十分に与えられていないことに着目している．そこで，多様な関連情報の表示形式を用意することでユーザ側に表現を変える手段を与えている．木構造やグラフ構造など，情報の表示形式をユーザが任意に選択することで，ユーザが注目している情報の概要を理解できたと報告されている．さらに，問題構造を可視化する機能により，新たな知見を見つれたり考えをまとめたりする発想支援に関わる効果が期待できることが示唆されている．

このことから，ユーザの情報整理の意図を考慮した支援を行うことで，研究初心者のサーベイした論文全体の関係性を把握させることにつながると考えられる．そこで本研究では，ユーザがサーベイした論文内容を考慮した情報の関係性を可視化し，論文情報の整理支援を行う．

3 論文整理を支援するインタフェース

3.1 デザイン指針

本研究では，研究初心者の学生のサーベイを支援する手段として (1) 情報を直感的に捉えることができる情報提示手法，(2) 情報比較の円滑化，この 2 点に着目しシステムの設計を行う．

伊藤らの研究 [3] では，ユーザがある事柄に対して関連する情報を付与し，その関連情報についての可視化を行うことで，ある事柄の概要把握につながると示唆されている．そこで提案インタフェースでは，関連情報として，サーベイした論文の内容を一言 (e.g., 整理支援，情報可視化) で表す情報 (以下，テーマと記す) をユーザに入力させる．これにより，ユーザは論文の内容について考慮するようになり，論文内容を理解するきっかけを与える．論文に付与できるテーマ数を無



図 1: オイラー図を用いた整理結果の概念図

制限にすると，ユーザがサーベイした論文の内容や論文間の関係性を考慮しないことが危惧されるため，論文に付与できるテーマ数を最大 3 つという制限を設けた．また，ユーザに任意に論文内容をまとめさせるため，自由記述が可能なコメント欄を設ける．

Keller らの研究において，可視化を用いた情報提示は知識獲得の支援につながることが示唆されている [4]．そこで提案インタフェースでは，論文に付与されたテーマに基づき論文間の関係性の可視化を行う．論文間の関係性を表現するために，可視化には各集合の相互関係を表現可能なオイラー図を用いる．今回提案するインタフェースの可視化結果の概念図を図 1 に示す．提案手法ではテーマを 1 つの集合とし，円の大きさはテーマに含まれる論文数を，色の違いはテーマの違いを表す．また，情報入力時，閲覧時に，可視化画面と，ユーザが入力する情報や論文情報を同時に閲覧可能にする．これらにより論文情報を直感的に捉えることができるため，論文整理の負担を軽減できると考えられる．

3.2 実装

提案インタフェースは，HTML, CSS, JavaScript, jQuery を用いて実装した．なお，可視化部分は D3.js で実装された Venn.js を用いた．D3.js とは，データ駆動型の情報可視化ライブラリであり，データの変更に応じて動的に可視化を行うことができる [5]．

提案インタフェースの概観を図 2 に示す．提案インタフェースは，ユーザが入力する論文情報に基づいて可視化を行う可視化画面 (図 2 中 ①) と，テキストにより，可視化画面の論文情報を補足するテキスト画面 (図 2 中 ②) による 2 種類の画面で構成される．

可視化画面では Venn.js を用いて，1 つのテーマを 1 つの集合としたオイラー図として論文情報を可視化する．入力した論文が複数のテーマを情報として持っている場合，円は重なって描画される．円の大きさは，テーマに含まれる論文の数によって変動する．これにより，ユーザはサーベイした論文の関係性を直感的に

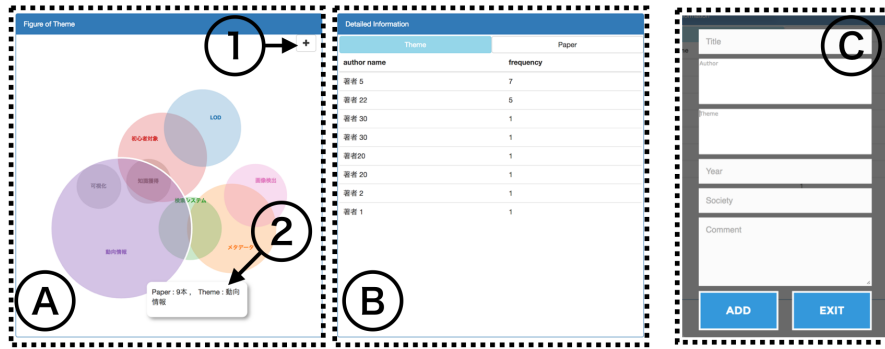


図 2: 提案インタフェース

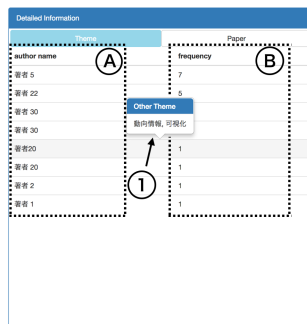


図 3: テキスト画面の例

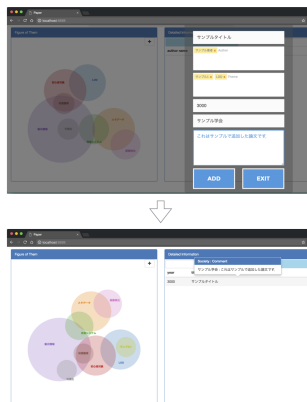


図 4: サーベイした論文の情報を入力する図

捉えることができる。また、可視化されたテーマにマウスオーバーすることでマウスカーソルの右下に現在選択しているテーマと、そのテーマに含まれる論文の数を提示する(図 2 中)。この機能により、複数のテーマが混在し、ユーザが選択しているテーマが視覚的に捉えにくい場合、選択している論文情報を正確に把握できる。さらに、可視化されたテーマをクリックすることで、そのテーマに基づく情報がテキスト画面に表示される機能を実装した。これにより、テーマとテキストの情報が連動するため、ユーザは論文情報の

比較を円滑に行うことができる。テキスト画面は、全ての情報を一度に提示するとユーザの論文情報の整理の妨げになると考えられる。そのため、ユーザが選択したテーマに含まれる著者に関する情報と論文に関する情報に分けて提示している。

著者に関する情報に関して選択したテーマが付与されている論文の著者が一覧表示される(図 3 中 A)。選択したテーマについて多くの研究をしている著者に気づかせ、どの著者がどの分野に精通しているのが把握させるために、選択したテーマについて論文を書いた数を表示し(図 3 中 B)、その数が多い順に並べている。また、選択した著者が研究しているテーマをポップアップ形式で表示させる(図 3 中)。選択した著者が研究しているテーマや執筆している論文数を把握することで、ユーザがサーベイの必要なテーマの把握につながると考えられる。論文に関する情報は、選択したテーマが付与された論文のタイトルと発行年が一覧で表示される。また、ユーザが任意に付与したコメントと、論文の発行元をポップアップ形式で表示する。これにより、ユーザは任意で付与した情報を振り返ることができる。

3.3 操作方法

図 2 中 C への情報入力の様子を図 4 に示す。提案インタフェースでは、ユーザが入力フォームに論文情報を入力する。情報入力フォームは「+」ボタンを押すことで表示することができる(図 2 中)。入力する情報は、タイトル、著者名、テーマ、発行年、学会名、ユーザ任意のコメント、の 6 種類である。入力を終え、「ADD」をクリックすることで情報が追加され、入力したテーマに基づき、論文間の関係性が可視化される。「EXIT」をクリックすると入力フォームが閉じる。可視化された円にマウスオーバーすると、その円のテーマ名と、論文の数が表示される。円をクリックするとテキスト画面に論文情報が表示される。

4 ユーザ観察

本実験の参加者は、本研究の対象となるユーザに対して提案インタフェースの機能がユーザの論文整理の作業に対して有効に働くのかを検証することを目的とする。そこで、ユーザがサーベイした論文の整理に提案インタフェースのどの機能を使っているのかに注目して観察を行った。

4.1 実験手続き

本実験の参加者は、情報学部に通う 20 代の大学生 6 人(男性:5 人,女性:1 人)である。このうち,3 人は研究活動を始めて 1 年未満(以下 A 群と記す),3 人は研究活動を始めて半年未満の学生である(以下 B 群と記す)。本実験において,A 群の実験参加者は,実験参加者が今までにサーベイした論文を電子媒体で持参させた。B 群の実験参加者は,対象ユーザの状況と課題を設定した。設定内容は,「コミック工学を研究する学生であり,自身の研究分野についての先行研究を探す」というものである。

実験では,まずインタフェースの使い方と,実験課題についての説明を行った。課題は,A 群は持ち込んだ論文を整理させ,B 群はサーベイをしながら論文を整理させた。両群,整理が終了した段階,もしくは実験開始から 45 分後に終了し,整理した結果をインタフェースを用いて振り返らせた。その後,論文を 1 件サーベイさせた。実験中は画面録画を行った。

課題終了後,自身がサーベイした論文の整理ができたか,サーベイについて理解が深まったかについてのアンケートに回答してもらい,その後,提案インタフェースの機能について,半構造化インタビューを行った。アンケートの質問項目を以下に示す。

1. 可視化により情報を一目で捉えられたか
2. インタフェースが整理の役に立ったか
3. インタフェースが整理後のサーベイに役立ったか
4. 情報量は適切であったか
5. サーベイの理解が深まったか
6. 研究分野への理解が深まったか

実験参加者には各質問に対して 5 段階(1: そう思わない~ 5: そう思う)で評価とその回答理由を答えさせた。回答時間に制限は設けず,全ての設問に回答した時点で終了とした。

インタビューは,以下の 3 つの質問に答えてもらい,その理由を述べてもらった。

1. システムに入力した情報が可視化される機能はあなたの整理の役に立ちましたか
2. テキストで表示される情報はあなたの整理の役に立ちましたか
3. 今回整理をして得られた知見において提案インタフェースは役に立ちましたか

回答時間に制限は設けず,全ての質問に回答した段階で終了とした。また,インタビュー内容は録音を行った。

4.2 実験の結果

実験で得られた提案インタフェースの可視化画面の例を図 5 に示す。4 名の実験参加者の論文整理結果は図 5 のような大きな円 3 つを中心とした形となった。図 5 の場合,「赤外線」を含む論文は「プロジェクション型 AR」,「ProCam」と関係あることがわかる。「MR」と「プロジェクション型 AR」の違いを示すものとして「赤外線」が関係していることがわかる。また,「タンジブル・ビット」は他のテーマと関連していないため,自身の研究と関係を持っていないことがわかる。

このような可視化画面を参考にして,5 名の実験参加者が論文に付与するテーマを考慮の様子が確認できた。特に B 群の実験参加者は 3 人全員が次に読む論文を検索したり,選択したりする際,論文検索画面と提案インタフェースの画面を行き来していた。この時,提案インタフェースの可視化画面上でマウスカーソルを動かさず様子が見られた。論文の内容とこれまでの自身のサーベイしてきた論文との比較や,どのテーマについてサーベイすべきか考慮していたと考えられる。また,「1 つしか論文を調べていなかった」,「重なりが大きい」という発話が確認できたことから,実験参加者は,自身でサーベイが不足しているテーマに気づいていなかったことが確認された。可視化画面のテーマの重なりによってサーベイした論文間の関係性を把握し,新たな知見が得られたと考えられる。

実験参加者のコメント欄の使い方は様々であった。論文内容をまとめた文章,読んだ論文について一言を書く,何も入力しないなど,実験参加者によって記録する内容に違いが見られた。また,実験参加者が自身のサーベイを振り返る際,コメントを利用している様子が確認されることが少なかった。これは,コメントに入力する内容に規定はなく自由度が高いため,入力内容が統一されず情報が煩雑になったためと考えられる。

以上のことから,提案インタフェースの可視化画面は,ユーザがサーベイした論文間の関係性を可視化することで,ユーザの論文情報整理の支援につながり,そこで得られた結果から新たな知見に気づくことが示唆された。しかし,情報の補足のためのテキスト画面が

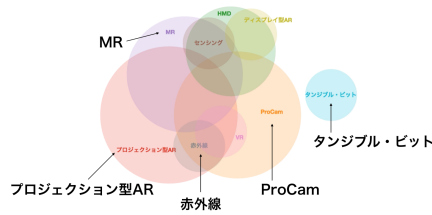


図 5: 実験結果の可視化画面の例

表 1: アンケート結果の平均値

質問番号	A 群	B 群	全体
1	4.67	4.00	4.33
2	4.33	4.67	4.50
3	3.67	3.33	3.50
4	3.33	3.67	3.50
5	2.67	4.33	3.50
6	4.00	4.33	4.17

利用されることは極めて少なかった。これは、実験時間に制限があったため、提案インタフェースに入力した論文情報の量が少なく、テーマごとの著者に関する情報の傾向が現れなかったことが原因の 1 つであると考えられる。

4.3 アンケートの結果と考察

提案インタフェースに対して行った 5 段階での評価の平均値を表 1 に示す。設問 1 番と 2 番において、全員が 4 点以上の評価をしていた。設問 3 番と 4 番においては他の質問に比べて低い点数となっている。設問 5 番において、A 群の平均点が 2 点台という結果が得られた。設問 6 番において、5 人が 4 点以上をつけていた。これらの結果から、提案インタフェースはユーザがサーベイした情報を整理をすることに対して有用性があることが示唆された。しかし、設問 3 番、5 番の結果から、サーベイした情報の整理と、サーベイで得た情報の活用につながる支援ができていない可能性がある。また、設問 4 番の回答理由から、「テキストで他の情報を提示してほしい」という回答が得られた。このことから、テキスト画面において、ユーザの論文整理に必要とされる情報を提示できていなかったことがわかる。これは現状のテキスト画面は、ユーザが入力した論文の書誌情報のみ提示しており、論文間の関係性を考慮していないためであると考えられる。

以上のことから、提案インタフェースの可視化画面は研究分野への理解を深めることにつながったことが確認できた。しかし、サーベイ行為の理解を促す有用性は示されなかった。

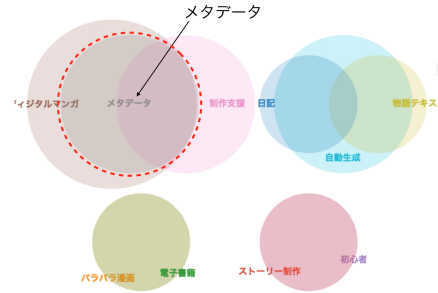


図 6: テーマが覆いかぶさる例

4.4 インタビュー結果と考察

設問 1 において、A 群、B 群全員が「役に立った」と回答し、「客観的に自身がサーベイした情報を見ることができた」という意見が得られた。また、「論文間の関係性がわかりやすかった」という意見が得られた。この回答をした実験参加者から、「抽象度の高いテーマをまとめることができた」という意見が得られた。使いにくかった点として、「他のテーマが注目したテーマに覆いかぶさる状態になった」という意見が得られた。例えば、図 6 の場合、「メタデータ」のみを選択することができない。以上のことから、ユーザが考えたテーマに基づき論文間の関係性を可視化することで、サーベイした論文のテーマの位置付けを明確にする支援ができることが示唆された。しかし、提案手法ではユーザの操作意図を反映することができていないため、インタフェースの改善が必要である。

設問 2 において、B 群 1 人から「役に立った」と回答が得られた。この実験参加者から、「気になるテーマにある著者がよく現れていることがわかった」という回答が得られた。一方、役に立たなかったと回答した 5 人の実験参加者から、「選択したテーマに含まれる著者がどの論文を書いたのかわからない」という回答が得られた。このことから、テキスト画面の情報同士の関係性を表現できていないため、論文情報の関係性を把握することに繋がらなかったと考えられる。

設問 3 において、新たに知見を得た実験参加者全員から「役に立った」という回答が得られた。「可視化された図によって気づけなかったことを見つけた」という意見が得られた。付与できるテーマ数に制限を設けたことで、「付与すべきテーマを考えたことでそのテーマについて整理ができた」という意見が得られた。このことから、自身のサーベイの全体像を把握できることが新たな知見につながったと考えられる。

5 議論

5.1 可視化画面の有用性と問題点

実験結果から、ユーザは自身のサーベイ内容を整理する際、可視化画面を閲覧し、自身のサーベイの全体像を把握する。そこからサーベイが足りていないテーマや、自身の研究分野に関連しているテーマなどの新たな知見につながる事が示唆された。論文を読み直すことなく新たな知見を得ることができたため、サーベイで得た論文情報の整理の負担を軽減できたと言える。

現状の可視化画面は、包括されたテーマを単体で選択できないため、1つのテーマを選択することができない。ユーザ任意のテーマについての関係性のみ注目することなど、ユーザの任意の論文情報の捉え方に対応できていない。この問題を解決するため、画面上のクリックだけでなく、ダブルクリックや、右クリックを用いてユーザ任意のテーマを選択できる機能を実装する必要があると考える。これにより、任意のテーマに基づく情報を提示できるようにする。

5.2 テキスト画面の有用性と問題点

可視化画面とテキスト画面を連動させることで画面遷移の負担がなくなり、論文情報の把握の負担軽減に寄与したと考えられる。しかし、実験結果から、テキスト画面はテーマに含まれる著者の出現頻度や傾向が表れにくい結果となった。これは、入力した情報が少なかったことが原因だと考えられる。そのため、ユーザの整理の支援につながらなかったと考えられる。テキスト画面において、著者の出現頻度や傾向を確認するために、長時間の実験を行い、論文の情報量を確保した状態でテキスト画面の有用性を検証する必要があると考える。また、テキスト画面では、これらの情報はユーザが選択したテーマに基づいて提示しているが、テキスト画面に提示される情報同士(e.g., 著者Aが執筆した論文)の関係性を表現できていない。そのため、テキスト画面の情報提示方法を検討する必要がある。

5.3 情報入力方法の有用性と問題点

インタビューの結果から、付与できるテーマ数に制限を設けることでユーザに論文間の関係性を考慮させるきっかけを与えることができたことがわかる。一方で、ユーザは論文に付与するテーマを絞りきれない問題が出ていた。論文に付与できるテーマ数を増やすことで、この問題を解決できる可能性がある。しかし、テーマを付与できる数に制限を設けない場合、1つの論文に対して多くのテーマが付与され情報が煩雑になるこ

とが危惧される。そのため、論文に付与できる適切なテーマ数を検討する必要がある。

6 おわりに

本研究では、研究初心者におけるサーベイの整理支援による研究分野への理解を目的とし、サーベイした情報における整理のための可視化インタフェースを実装し、その有用性を検証した。実験結果から、論文の関係性を把握させることで研究初心者のサーベイした論文整理の支援につながる事が示唆された。しかし、提案手法では、著者や論文の情報における関係性を考慮できていないため、論文のテーマに関する情報の可視化以外の手法はユーザの論文整理支援につながる事が少なかった。そのため、テーマだけでなくユーザ任意の情報に基づき関係性を提示する方法を検討する。

謝辞

本研究の遂行にあたり、文部科学省科学研究費(課題番号:15H02780)の助成を受けた、記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 井坂 徳恭, 中山 泰一: 重要論文検索システム Iask の実装と評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2011-CE-109, No. 10, pp. 1-8 (2011)
- [2] 井上 絢翔, 韓 東力: 参照関係の可視化による論文サーベイの効率化, 第11回インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, SIG-AM-11-09, pp. 55-61 (2015)
- [3] 伊藤 一成, 斎藤 博昭: アノテーションの概念に基づく情報可視化インタフェース, 日本データベース学会論文誌, Vol. 4, No. 1, pp. 169-172 (2005)
- [4] Keller, T., Gerjets, P., Scheiter, K., Garsoffky, B.: Information visualizations for knowledge acquisition: The impact of dimensionality and color coding, *Computers in Human Behavior*, Vol. 22, No. 1, pp. 43-65 (2006)
- [5] Michael, B., Vadim, O., Jeffrey, H.: D Data-Driven Documents, *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, Vol. 17, No. 12, pp. 2301-2309 (2011)