

対面コミュニケーションにおける Tree-Map を用いた共著関係の視覚化の効用

栗山 進[†] 大平 雅雄[†] 松本 健一[†]

我々はこれまで、研究者個人間の共著関係を共著論文数によって重み付けられた Tree-Map として視覚化し、会議や集会における研究者らの新たな結びつきを支援するシステム SCACS (a Social Context-Aware Communication System) を開発してきた。

本論文では、Tree-Map 表現が共著関係を短時間で読み取るのに適しているかを調べた読み取り評価実験と、SCACS が研究者らの新たな結びつきを支援することができるかを調べたシステム評価実験について報告する。

読み取り評価実験では、共著関係を Tree-Map 表現と無向グラフ表現で視覚化したものを 10 名の被験者に提示し、読み取りの速さを比較した。その結果、1 人の研究者の共著関係を読み取るのに、Tree-Map 表現は無向グラフ表現よりもタスク遂行平均時間で比較して 20 秒ほど速く読み取ることができることがわかった。

システム評価実験では、SCACS が視覚化した共著関係を紙に印刷し、それを現役の研究者 15 名それぞれに身に付けてもらい、自由にコミュニケーションしてもらった。システム評価実験の結果、被験者から話題の種になったといった感想や、対話相手の共著関係を良く把握できたといった感想が多数得られ、SCACS を利用することで研究者の新たな結びつきを支援することが可能であることが示された。

Effects of Visualizing Coauthor Relationships as a Tree-Map in Face-to-face Communication

SUSUMU KURIYAMA,[†] MASAO OHIRA[†] and KEN-ICHI MATSUMOTO[†]

We have been developing SCACS (a Social Context-Aware Communication System) that supports informal communications among researchers in academic conferences and workshops through visualizing coauthor relationships as a Tree-Map weighted by number of coauthored papers. This paper reports the results of a case study to investigate effects of visualizing coauthor relationships as a Tree-Map. 15 researchers participated in the case study and talked each other with handouts that imitate the SCACS's visualization. From the results of the case study, we found that the participants used visualized coauthor relationships for presuming social information of conversational partner, such as sociality, affiliation, official position and so forth.

1. はじめに

近年、Orkut や Mixi を代表とする SNS (Social Networking Service) の利用者が急速に増えてきている。SNS の利用者は、明示的に自身の人間関係（誰と友人・知人であるかなど）を SNS 上に登録することで、コミュニケーションをおこなうための各種サービス（掲示板やメールなどのメッセージの送受信機能）を通じて他者と円滑にコミュニケーションを行うことができる。SNS の普及に伴い、SNS に関する研究も盛んに

おこなわれてきており、SNS における人間関係の構造¹⁸⁾ や人間関係が果たす役割や利点¹⁵⁾ などが報告されている。

さらに、携帯情報端末のセンシングデバイスの高度化及び小型化、RFID タグの普及など、ユビキタスコンピューティング環境が年々整備されつつあることから、ユビキタス技術と SNS との連携技術に関する研究もおこなわれてきている^{2),3)}。本研究は、学会や展示会など多くの人々が集まる場においてユビキタス技術と SNS を利用して人々の新たな結びつきを支援することを目的とする。

学会や展示会などのイベントの重要な役割は、研究の発表内容や展示内容についての議論や情報交換を

[†] 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute
of Science and Technology

おこなう場を提供するとともに、イベント参加者らが新たな関係を構築したり関係を深めるための場を提供することである。しかしながら、そのようなイベントにおいて名刺交換や何気なく会話して過ごすだけでは後々までつながる関係が形成されることは少ない¹⁷⁾。その理由として、会場にいる多数の参加者の中から持続的関係を築けそうな人物を効率的に見つけられないことが挙げられる。

この問題を解決するために、本研究は対話相手が有する人間関係を視覚化するというアプローチをとる。対話相手の社会的背景に対する相互理解を前提としたコミュニケーションが可能になるため、関係の維持が期待できる人物を見つけ出すことが容易になると考えたからである。これまで我々は、共著関係を Tree-Map¹³⁾ として視覚化し、学術会議や集会において研究者らの新たな結びつきを支援するシステム SCACS (a Social Context-Aware Communication System) を開発してきた¹⁰⁾。

本論文では、SCACS が採用した共著関係視覚化手法の評価実験について述べる。

次章ではまず、本研究と関連の深いシステムを紹介し本研究の立場を明らかにする。続く3章では、現在我々が構築している SCACS を紹介する。4章では、SCACS が採用する Tree-Map による共著関係の視覚化手法を用いることで、短時間で共著関係を読み取ることができるかを評価した実験と結果について述べ、6章で考察を行う。続いて5章では、実際に研究者を対象として行ったシステム評価実験とその結果について述べる。6章で考察を行い、最後にまとめと今後の課題を述べる。

2. 関連研究

学会や展示会など、多くの人々が集まる場において、人々のコミュニケーションを支援するシステムはすでに多数提案されている。エージェントサロン¹⁴⁾ は、各参加者に帰属するエージェントが、参加者の展示物に関する興味の共有を利用して、参加者間のコミュニケーションを支援する。IntelliBadge⁴⁾ は、どのようなことに興味を持っている研究者がどのセッションに参加しているのかという情報を、参加者間で共有することでコミュニケーションを支援する。ICMAS'96 モバイルアシスタントプロジェクト⁸⁾ においては、個人情報(所属、研究分野、興味など)を提供する Community Viewer や、興味を同じくする他者の発見を支援する Social Matchmaker などを提供することでコミュニケーションを支援する。これらの研究は、共通の興味

や話題をもとにしてコミュニケーションを支援する研究である。

SCACS は主に、人間関係の活用を主眼としており、システムの目的が大きく異なる。SCACS は、近くにいる人々と自分の間の共通の知人を視覚的に提示することで、人々が新たな関係を築くことを支援する。共通の知人が視覚的に提示されていれば会話のきっかけや方針を得ることができる。システムの目的は SCACS、共通の興味や話題をもとにするシステム群と共に異なるが、互いの手法を組み合わせることで両者共にその目的をより達成できると考えられる。つまり、SCACS と上述のシステム群とは相互補完の関係にある。

共通の興味や話題ではなく、人間関係に着目してコミュニケーションを支援するシステムとしては Polyphonet⁷⁾ が挙げられる。Polyphonet は展示発表のスケジューリングや推薦、他の参加者とのコミュニケーションを支援するシステムである。Polyphonet はイベント参加者同士の関係を抽出し、視覚化することで参加者同士のコミュニケーションを支援する。Polyphonet は SCACS と同様に、対話相手が誰と関係を持っているかという情報を提示するが、関係の視覚化方式が大きく異なる。人間関係を表現するため、Polyphonet は無向グラフ表現を用いているのに対し、SCACS は Tree-Map 表現を用いている。SCACS が Tree-Map 表現を用いているのは、対面した相手の共著関係を場の雰囲気や壊さない程度の短時間で読み取れるようにするためである。4章において、共著関係の読み取り時間を評価する。

また、SCACS は個々のユーザが自分と結びつきを形成できそうな人物を自由に探せることも意図している。Polyphonet では展示発表などの会場に情報キオスクを幾つか配置し、そこに用意されたディスプレイを用いて、近くに集まったユーザ間の関係を表示する。SCACS の場合、個々のユーザが所有する表示装置に関係を表示するため、自分と結びつきを形成できそうな人物を自由に探すことができる。しかしながら、Polyphonet のように特定の場所に設置された共有のディスプレイに関係を表示する手法には、複数人で情報を共有しやすいという利点がある。すなわち、SCACS と Polyphonet は対応している利用状況という点で相互補完の関係にある。

3. SCACS: a Social Context-Aware Communication System

これまで我々は、学会や展示会などのイベントにおいて人々の新たな結びつきを支援するシステム SCACS (a

Social Context-Aware Communication System) を構築してきた。現状の SCACS は、研究者間の新たな結びつきを支援するために共著関係を視覚化するシステムとなっている。今後実装を進め、研究者だけではなく一般の人々へも対象を広め、様々なイベントにおいて SCACS を適用することを考えている。本論文では、学会において SCACS を用いて研究者間の新たな結びつきを支援することを想定して議論を進める。

以降ではまず、SCACS に求められるシステム要件について述べ、次に現在のシステム構成を概説し、SCACS が共著関係を視覚化する方法について述べる。

3.1 システム要件

システムの目的は、学会会場など多数の人々が集まる場において共著関係を利用して人々の新たな結びつきを支援することである。学会会場などにおける人々の普段の活動に適合した（コンテキストウェア）支援を行うには少なくとも下記 2 点を満たす必要がある。

- (1) 近くにいる人々の共著関係を把握することができる、これから自分と関係が築けそうな人物を見つけることができること。
- (2) 対面した相手の共著関係を場の雰囲気や壊さない程度の短時間で読み取ることができること。

(1) の「近く」とは、Hall による対人距離の 4 分類⁶⁾における社会距離に相当する。社会距離とは、相手に関心があれば働きかけることができるが、関心が無ければ相手を意識しなくても礼を失さない距離である。また、対面した相手との距離は Hall の分類における個体距離を想定している。個体距離とは、個人的な話や議論を行ったりする際に一般的にとられる距離である。この個体距離から社会距離というのは、学会などにおいて個人間あるいは少人数間でコミュニケーションする際に良く見られる距離である。すなわちシステムはユーザの個体距離から社会距離に存在する人々の共著関係をユーザに提示できる必要がある。また、ユーザが現在対話中の人物や、社会距離を隔てて注目している人物を識別するためにユーザの向きも取得できる必要がある。

まとめると、システムはユーザに共著関係を提示できる必要があり、また、各ユーザ間の距離と向きを取得できる必要がある。次節において、この要件を満たすために我々が採用したシステム構成について述べる。

次に、対面した相手の共著関係を「場の雰囲気や壊さない程度の短時間で読み取る」ことができる必要がある。この要件を満たすには共著関係を把握しやすい表現でユーザに提示する必要がある。我々はこの要件を満たすため、人間関係を表現するのに良く用いられ

るグラフ表現を用いるのではなく、Tree-Map 表現を用いることとした。以下では、Tree-Map 表現の方が無向グラフ表現と比べて共著関係を把握しやすい理由について述べる。

グラフ自動描画の研究において、自動描画アルゴリズムの評価基準の一つとして美的基準 (aesthetic criteria) と呼ばれるものがある。これは、グラフの理解しやすさや美しさを表す基準であり、主な基準として「辺の交差数が少ない」や「辺の折り曲げ回数が少ない」などがある¹⁾。美的基準は多数あるが、その中でも突出して「辺の交差数が少ない」という基準がグラフの読み取りやすさに影響することが数々の実験で示されている^{11),12),16)}。

「辺の交差数が少ない」というグラフ表示における美的基準を情報表示一般の美的基準に抽象化すると「表示要素同士の重なりが少ない」という基準を得ることができる。Tree-Map 表現と無向グラフ表現を美的基準から比較する際、「辺の交差数が少ない」という基準のままでは比較できないが、それを抽象化した「表示要素同士の重なりが少ない」という基準で比較することが可能である。Tree-Map 表現では原理上、表示要素同士の重なりは生じ得ない。与えられた二次元空間を分割して表示要素の表現を再帰的に行うからである。

共著関係を読み取る際、無向グラフ表現では辺の交差が読み取りを阻害する大きな要因となり得るが、Tree-Map 表現においては表示要素同士の重なりが存在しないため読み取りを阻害する同様の要因は存在しない。主にこの違いにより、Tree-Map 表現の方が無向グラフ表現よりも早く共著関係を読み取ることができると考えられる。

Tree-Map 表現について、どのような表現であり、どのような手順で生成するかは 3.3 で述べる。

3.2 システム構成

図 1 に SCACS のシステム構成を示す。SCACS は、SNS Server, Environmental Sensor, Portable Computer, Display Device の 4 つの構成要素からなる。以下にそれぞれの要素について概説する。

SNS Server 共著関係を保持するサーバ。現在の実装では、共著情報を複数の学会（情報処理学会、ヒューマンインタフェース学会、電子情報通信学会、人工知能学会など）の文献検索サービスから収集し、Portable Computer へ共著情報を提供するものとなっている。

Environmental Sensor ユーザの位置や向き、他のユーザとの距離などの身体的・環境的な情報を取

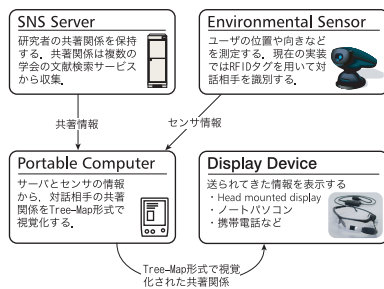


図 1 システム構成図

Fig.1 System architecture of the SCACS.

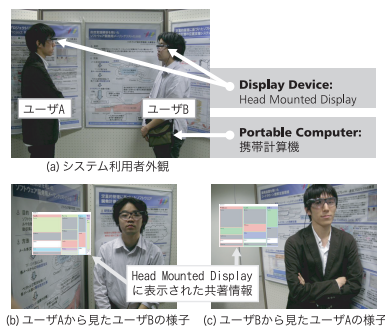


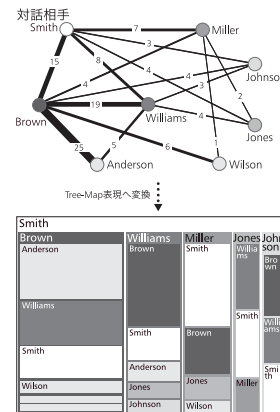
図 2 HMD 装着時のシステム利用イメージ

Fig.2 User Interface with HMD.

得するために環境中に配置される各種センサ群。他ユーザとの距離に関しては、ユーザの近くにいる各々の他ユーザを識別し、少なくとも各々の距離が社会距離内にあるのか個人距離内にあるのかを判別できる精度が必要となる。これは、ウェブカムやジャイロセンサなどを利用することで実現できる。現在の実装では、RFID タグと RFID タグリーダを用いて対話しているユーザ同士を識別している。そのためにユーザは互いに RFID タグを相手の RFID タグリーダに読み取らせる必要がある。現在の実装では、社会距離に存在する人々の共著関係をユーザに提示することはできず、3.1 で述べた要件 (1) を満たしてはいない。Environmental Sensor によって取得された情報は、Portable Computer に提供される。

Portable Computer SNS Server と Environmental Sensor から取得した情報を統合し、ユーザが誰とどこで会っているかといったことに応じた情報を生成、視覚化し、Display Device へ視覚化された情報を送信する。現在の実装では、生成される情報は対話相手の共著関係である。共著関係は Tree-Map 表現で視覚化される。

Display Device Portable Computer から受信し

図 3 共著関係の無向グラフ表現の Tree-Map 表現への変換
Fig.3 Transformation into a Tree-Map.

た情報をユーザに提示する装置。現在の実装では、HMD (Head Mounted Display) またはノート型パーソナルコンピュータを使用する。図 2 は HMD を Display Device として使用した場合の例である。現状、D-sub15 ピンのアナログ RGB 入力端子を備えた表示装置ならば利用可能である。また、状況に応じて PDA や携帯電話などを利用することも検討している。

3.3 共著関係の視覚化

3.3.1 共著関係のグラフ表現と Tree-Map 表現

SCACS の Portable Computer が行う共著関係の視覚化方式について述べる。共著関係を含む人間関係は、一般的に有向/無向グラフとして表現されることが多い。有向/無向グラフ表現は人間関係を巨視的な観点から分析するには大いに助けになる。しかしながら、共著関係のような複雑なネットワークを有向/無向グラフで表現する場合、一見ただけでは誰が誰と関係しているかがわかりにくいという問題がある。特に、共著者数の多い人物の共著関係を有向/無向グラフを用いて理解することは困難である。そのため我々は、3.1 で述べたように、要件 (2) を満たすために共著関係を Tree-Map¹³⁾ として表現することにした。

Tree-Map は、複雑な階層ツリー構造を表現する手法の 1 つである。しかしながら、Tree-Map は木構造に対して考案されたものであり、そのままでは共著関係のような閉路を持つグラフには適用することはできない。そこで我々は、「誰のソーシャルネットワークを見ているのか」という視点を持ち込むことで Tree-Map の手法を適用することを可能にした。

図 3 は共著関係ネットワークを Tree-Map へと変換した例である。図 3 の上側は、共著関係を無向グラフとして表現したものである。辺の上の数字は両端の頂点に

対応する人物同士が共著した回数を表す。図3の下側は上側の無向グラフを Smith を根とみなし Tree-Map で表現したものである。また、図3の Tree-Map 表現は、Smith に注目している人物（システムのユーザ）の Display Device に表示される Smith の共著情報となる。Smith には 5 人の共著者 (Brown, Williams, Miller, Jones, Johnson) がおり、計 37 (15+8+7+4+3) 回共著している。

3.3.2 無向グラフ表現を Tree-Map 表現へ変換する手順

次に、無向グラフを Tree-Map 表現へ変換する手順を図3を例に述べる。

- (1) 表示領域の上側に、対話相手である Smith の名前を表示する領域を確保し、左詰めで名前を表示する。
- (2) 残りの領域を Smith の共著者の数だけ縦方向に分割し、分割してできる各矩形領域の上側に Smith の各共著者の名前を表示する領域を確保し、左詰めで名前を表示する。各共著者に割り当てられる矩形領域の幅は、Smith が各共著者と共著した論文の数の割合に比例する。
- (3) Smith の各共著者に割り当てられた矩形領域内を(1)、(2)と同様の手順で分割する。この時、矩形領域は縦方向ではなく横方向に分割する。

手順(2)においては例えば、Smith と最も多く共著している Brown (15 本) に一番大きな領域が割り当てられる。手順(3)においては例えば、Brown の領域はその名前を示す領域を除いて、Brown の共著者 (Smith の共著者の共著者) を表示するのに用いられる。Brown の各共著者に割り当てられる領域の高さは、(Smith の場合と同様に) Brown が共著した論文の数の割合に比例する。

また、矩形領域の明度は個々人を識別しやすくするために設けている。名前が表示されていない領域は、その領域内に名前を表示しきれない際の省略表示である。

SCACS の現在の実装では、対話相手の共著者の共著者 (距離 2) までを視覚化する。距離 3 以上の人物は共通の話題として取り上げられる可能性が低いと考えられるためである。距離 3 以上の共著者を閲覧する場合は、Tree-Map 上の任意の共著者の名前をクリックすると、クリックした人物を「視点」として Tree-Map が再描画される。例えば、図3で Anderson をクリックすれば、Anderson を視点として Tree-Map が再描画されるので、Anderson の共著者 (Smith にとって距離 3 の人物) を確認することができる。

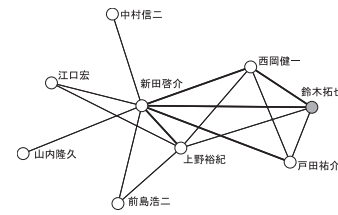


図4 実験に用いた無向グラフの例

Fig. 4 An example of undirected graph used in the experiment.

続いて、SCACS が採用した Tree-Map 表現による共著関係の視覚化の効果を評価するためにおこなった2つの実験について述べる。

4. Tree-Map 表現の読み取り評価実験

本章では、SCACS が採用した共著関係の Tree-Map 表現が「場の雰囲気壊さない程度の短時間で読み取る」ことが可能かどうかを調べるためにおこなった評価実験について述べる。実験は、共著関係を Tree-Map 表現により視覚化したものと、無向グラフ表現により視覚化したものを被験者に提示し、読み取りの速さと正確さを比較するものである。無向グラフ表現と比較する理由は、共著関係を含む人間関係は、一般的に有向/無向グラフとして表現されることが多いからである。

共著関係をグラフで表現する際は、共著者同士に一方的な共著関係というのは存在しないので、関係は無向グラフで表現するのが妥当である。無向グラフの視覚化方式には多数あるが、本実験では図4に示す方式を採用した。人は頂点で表され、共著関係は辺で表されている。対話相手に対応する頂点はグレーで塗りつぶして他の頂点より目立つように描画されている。また、辺の太さは論文数に比例して太く描画されている。頂点の配置アルゴリズムには無向グラフの自動描画に一般的に良く用いられる Kamada-Kawai 法⁹⁾を用いた。無向グラフの作成にはネットワーク分析ツール Pajek⁵⁾を用いた。

4.1 実験手順

実験に用いた共著関係は、全国大会規模の学会で発表された論文から抽出した過去6年分の共著関係（毎年参加者数は数百人）である。被験者は大学院生10名である。実験で用いた共著関係を形成する元となった学会に参加したことはない。実験の手順を次に示す。

- (1) 実験者は、被験者に対して共著関係の Tree-Map 表現と無向グラフ表現の読み取り方と実験でおこなうタスクについて説明する。
- (2) 被験者のタスク内容の理解を確認するための練

習タスクを被験者におこなってもらう。

- (3) 練習タスク終了後、被験者に自分の解答についてその理由を説明してもらう。被験者の説明や解答に誤りが含まれていた場合、実験者は共著関係の読み取り方やタスクについて被験者が正しく理解するまで説明する。
- (4) 被験者に合計 20 タスクからなる実験用タスクをおこなってもらう。

タスクには Tree-Map 表現に対するタスクと無向グラフ表現に対するタスクの 2 種類がある。順序効果を回避するために被験者を Tree-Map 表現のタスクを先に行うグループと無向グラフ表現のタスクを先に行うグループの 2 グループに分けておこなった。

4.2 タスク

被験者が行うタスクは、A4 用紙に印刷された共著関係を読み取り、特定の人物数名にペンで印をつけてもらうことである。1 枚の A4 用紙には共著関係が Tree-Map 表現か無向グラフ表現のどちらかで示されている。被験者がタスクを遂行する際に、実験者は被験者に対して以下のように指示した。

- (1) まず、中心人物の共著者上位 3 名（共著割合の高い 3 名）にペンで印を付けること。
- (2) 次に、印を付けた 3 名の人物それぞれに対して、共著者上位 3 名に印を付けること。

ここでの中心人物とは、Tree-Map 表現の場合は一番左上の人物、無向グラフ表現の場合はグレーの頂点（対話相手に対応する、強調された頂点）の人物を意味し、被験者は同一の中心人物の共著関係を Tree-Map 表現と無向グラフ表現とでそれぞれ読み取る。A4 用紙 1 枚に対する解答を 1 タスクとして、被験者に Tree-Map 表現と無向グラフ表現それぞれに対して 10 タスク、合計 20 タスクを遂行してもらった。中心人物となる人物は抽出した共著関係の中から無作為に選択した。無向グラフ内に存在する頂点の平均数は 12.6 個（分散は 41.2）、辺の平均数は 24.9 本（分散は 140.1）であった。タスクの評価基準はタスク遂行に要した時間と正答率である。

4.3 実験結果

実験で記録した被験者ごとのタスク遂行平均時間を図 5 に示す。Tree-Map 表現の方が無向グラフよりも一被験者を除いて 10 秒以上早く終了している。Tree-Map 表現におけるタスク遂行平均時間はおよそ 24 秒で、無向グラフ表現の場合はおよそ 47 秒であった。

Tree-Map 表現におけるタスク遂行と無向グラフ表現におけるタスク遂行の 2 群において平均遂行時間に差があるかを検定した。有意水準 1% のもとで 2 群の

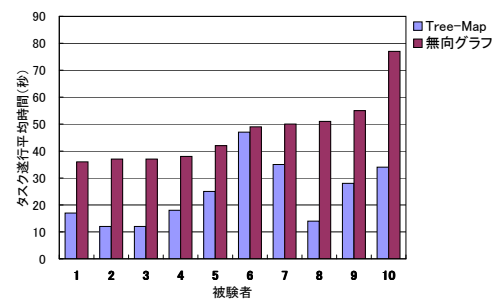


図 5 被験者ごとのタスク遂平均時間

Fig. 5 Task performance of every subject.

平均の差の検定 ($p = 0.0005$) を行った結果、2 群の平均値の間には統計的に有意な差があった。

誤答については両方式ともほとんど見受けられなかった。被験者は実験においてそれぞれの視覚化方式において 120 回印を付けるが、Tree-Map 表現において間違って印がつけられていたのは全被験者を通じて 1 件であり、無向グラフ表現においては全被験者を通じて 8 件であった。

被験者 6 のみが Tree-Map 表現とグラフ表現で時間の差がほとんど無かった。実験後にインタビューを行ったところ、「Tree-Map 表現でのタスクが簡単すぎたので逆に慎重に解答してしまった」との返答を得た。このことが時間の差が出なかった原因と考えられる。

5. システム評価実験

本章では、SCACS の目的である共著関係を利用して人々の新たな結びつきを支援することが可能かどうかを調べた実験について述べる。国内で行われたある合宿形式の研究会にて SCACS による共著関係の視覚化表現を用いた実験をおこないアンケートを収集した。

実験参加者は学会参加者 30 数名のうち約半数の 15 名の研究者である。参加者は年齢も研究歴も様々であった。知り合い同士の参加者が大半であり、今回初めて顔を合わせたという参加者は少なかった。共著関係としては学会参加者が普段投稿していると思われる複数の学会で一般に公開されている論文データベースから抽出して用意しておいた。

SCACS は、学会会場などにおける人々の普段の活動に適合した支援をおこなうことを前提としている。厳密に被験者を統制する実験は、知らない者同士を半ば強制的に対面させて会話させるなど不自然な設定にならざるを得ない。本実験では、できるだけ自然な条件設定をおこなうために実験中の被験者の行動に関して厳密な統制は行わなかった。統制実験は、SCACS がどの程度どのように役立つのかを詳しく調べるため



図 6 共著関係を印刷した物を身につけた参加者の様子

Fig. 6 Look of subject that wore a hardcopy of coauthor relationships.

に必要であり、今後の課題である。

5.1 実験の手順と様子

実験の手順は以下のとおりである。

- (1) 実験者は、被験者に SCACS による共著関係の視覚化方式 (図 3) の読み取り方について説明する。
- (2) 被験者は全員、自分の共著関係を印刷した物 (SCACS を利用した際に対話相手に提示される情報と同じ内容) を身に付ける (図 6)。
- (3) 被験者は、夕食後の 20 分程、印刷物を身に付け自由に他の被験者と会話しながら過ごす。
- (4) 実験終了後、被験者は実験の感想をアンケートに記入する。

実験実施会場は昼の部屋であり、移動する時以外は参加者は床に座しているのが通常であった。実験者は会話には参加せず、実験参加者間のコミュニケーションを観察した。実験中は 1 対 1 で会話している参加者も一部いたが、3~4 人で集まって会話をしている様子が多く見受けられた。その際、共著関係が多数話題に上っていた。

5.2 アンケート結果

アンケートでは、共著情報が明示的に提示される事についての肯定的な感想と否定的な感想の自由記述をしてもらった。肯定的な感想が 14 件、否定的な感想は 2 件であった。

肯定的な感想は 4 種に分類することができた。分類と共にそれぞれの感想件数を示すと、「話題の種になった」が 4 件、「対話相手に親近感を抱いた」が 2 件、「対話相手の共著関係を良く把握できた」が 5 件、「その他」が 3 件であった。「その他」には、面白かったといった全体的な感想を含めた。以下に肯定的な感想の一部を分類と共に以下に示す。

- 「話題の種になった」
 - － 話題のトリガにはなる。
 - － 共著情報に興味を持ち話しかけ、それが良い会話の導入になった。
- 「対話相手に親近感を抱いた」
 - － 知っている名前をみると話しやすかった。

- － いつもより相手に親近感が湧いた。
- 「対話相手の共著関係を良く把握できた」
 - － 研究に関する人のつながりが良くわかる。
 - － (対話相手の) 売りとバックグラウンドがわかった。

次に、2 件のみではあったが否定的な感想も得られた。以下に否定的な感想を示す。

- 会わずとも知っていた話題で話すしかなかった。
- 話題の創出に役に立たなかった。

次章では、実験により得られたこれらの感想について観察された内容と合わせて考察する。

6. 考 察

本章では、Tree-Map 表現の読み取り評価実験とシステム評価実験について考察する。

6.1 Tree-Map 表現の読み取り評価実験

4.3 節の実験結果から、SCACS が採用した共著関係の Tree-Map 表現は、無向グラフ表現よりも速く共著関係を読み取ることができることがわかった。

しかしながら、無向グラフ表現は大局的にコミュニティ内の人間関係を把握する場合に優れているので、状況によって Tree-Map 表現と使い分けるのが良いと思われる。例えば 3 人での会話中に、3 人がコミュニティ内でどのように繋がっているかを把握する際には Tree-Map 表現より無向グラフ表現を利用することが適していると考えられる。複数人で会話中でなくとも、例えば遠巻きに人の集まりを眺めて、近しい人同士の集まりなのかといったことを把握する際にも無向グラフ表現の方が適していると考えられる。

現在の SCACS の実装では、共著関係は Tree-Map 表現として視覚化しユーザに提示するのみであるが、上述のようにユーザの目的に応じて無向グラフ表現に切り替えて提示する機能を備えていることが望ましい。今後、複数の人間の関係を分かりやすく提示することができる無向グラフ表現による表示を実装する必要があると考えている。

6.2 システム評価実験

5.2 節の結果では、SCACS を利用した際の被験者から肯定的な感想が多数得られた。また、肯定的な感想の中に「話題のトリガにはなる」、「知っている相手でも、思いがけない共著関係を発見できて面白かった」、「知っている名前をみると話しやすかった」などがあり、SCACS を利用することで人々の新たな結びつきを支援することが可能であることが示されたと考えられる。

しかしながら、自然な条件設定を目指し統制実験は

行わなかったため、具体的にどのような過程を経て上記のような感想に至ったかは不明である。この点については今後統制実験をおこなう必要がある。特に、話者同士の関係（顔見知りではあるが共著者同士ではない、全くの初対面など）と、対話相手に提示されている共著関係の中に自分の知り合いがいるかについて区別できるようにする必要がある。

SCACS を利用して共著関係を読み取る場面は、コミュニケーション中にとられるユーザ間の距離で大きく二つに分けることができる。社会距離にいる他のユーザの共著関係を読み取って話し相手などを探索場面と、個人距離にいる他のユーザと会話を始めることになった際（相手に話しかけられた時など）または会話中に共著関係を確認するなどといった場面である。今回の実験においては、著者らが観察した限りでは、個人距離におけるコミュニケーションが大半であったため、アンケートの感想もそこでのものが大半であったと考えている。もう一方の社会距離における利用場面については、社会距離にいる人の中から興味を持てそうな人物を探しているような人はほとんど見受けられなかった。それは、今回の実験参加者がお互いに知り合いである方が大半であったためであると考えられる。今後の実験においてはこの点についても観察を続けると共に、アンケートの質問項目に含めることを検討している。

否定的な感想において、話題のきっかけにならなかったということが挙げられていた。共著関係に知り合いを見つけるなど注目できる情報を見つけられなかった場合は十分あり得ることである。そのような場合には、エージェントサロン¹⁴⁾のアプローチのように共通の興味や話題を提供することが必要であると思われる。現在の実装では共通の興味や話題を提供していないが、今後そのような機能を実装することを検討している。

7. おわりに

本論文では、会議や集会における研究者らの新たな結びつきを支援するシステム SCACS (a Social Context-Aware Communication System) を評価する 2 つの実験について報告した。SCACS が採用した共著関係の Tree-Map 表現が、共著関係を短時間で読み取るのに適しているかを調べた読み取り評価実験と、SCACS が研究者らの新たな結びつきを支援することができるかを調べたシステム評価実験についてである。

読み取り評価実験では、共著関係を Tree-Map 表現と無向グラフ表現で視覚化したものを 10 名の被験者に提示し、読み取りの速さを比較した。その結果、1

人の研究者の共著関係を読み取るタスクの遂行平均時間は Tree-Map 表現においては 24 秒で、無向グラフ表現の場合は 47 秒と、Tree-Map 表現の方が読み取りが速かった。

システム評価実験では、SCACS が視覚化した共著関係を紙に印刷し、それを現役の研究者 15 名それぞれに身に付けてもらい、自由にコミュニケーションしてもらった。システム評価実験の結果、被験者から話題の種になったといった感想や、対話相手の共著関係を良く把握できたといった感想が多数得られ、SCACS を利用することで研究者の新たな結びつきを支援することが可能であることが示された。

システム評価実験では、できるだけ自然な条件設定をおこなうために実験中の被験者の行動に関して厳密な統制は行わなかった。そのため、今後 SCACS がどの程度どのように役立つのかを詳しく調べるために統制実験を行う予定である。

また、共著関係を Tree-Map で表示するだけでなく、無向グラフでも表示できるようにし、複数人の関係を分かりやすく提示する事を可能にすることでより広いコンテキストに対応してゆくことを考えている。

参 考 文 献

- 1) Battista, G.D., Eades, P., Tamassia, R. and Tollis, I.G.: *Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs*, Prentice Hall (1998).
- 2) Chew, A., Leclerc, V., Sadi, S., Tang, A. and Ishii, H.: SPARKS, *Proc. Conf. on Human Factors in Computing Systems 2005 (CHI'05)*, pp. 1276–1279 (2005).
- 3) Counts, S. and Geraci, J.: Incorporating physical co-presence at events into digital social networking, *Proc. Conf. on Human Factors in Computing Systems 2005 (CHI'05)*, pp.1308–1311 (2005).
- 4) Cox, D., Kindratenko, V. and Pointer, D.: IntelliBadge: Towards providing location-aware value-added services at academic conferences, *Proc. 5th Intl. Conf. on Ubiquitous Computing 2003*, pp.264–280 (2003).
- 5) de Nooy, W., Mrvar, A. and Batagelj, V.: *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press (2005).
- 6) Hall, E.T., 日高敏隆, 佐藤信行 (訳): *かくれた次元, みすず書房* (1970).
- 7) 濱崎雅弘, 松尾 豊, 中村嘉志, 西村拓一, 武田英明: 学会支援システムにおける実世界指向インタラクション, *日本知能情報ファジィ学会誌*, Vol.18, No.2, pp.223–232 (2006).
- 8) 石田 亨, 西村俊和, 八楨博史, 後藤忠広, 西

- 部喜康, 和氣弘明, 森原一郎, 服部文夫, 西田豊明, 武田英明, 沢田篤史, 前田晴美: モバイルコンピューティングによる国際会議支援, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2855-2865 (1998).
- 9) Kamada, T. and Kawai, S.: An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs, *Information Processing Letters*, Vol.31, No.1, pp.7-15 (1989).
- 10) Kuriyama, S., Ohira, M., Igaki, H. and Ken-ichi Matsumoto, K.: A wearable interface for visualizing coauthor networks toward building a sustainable research community, *Proc. the working conf. on Advanced visual interfaces 2006 (AVI'06)*, pp.492-495 (2006).
- 11) Purchase, H. C.: Which Aesthetic has the Greatest Effect on Human Understanding?, *Proc. the 5th International Symposium on Graph Drawing (GD'97)*, pp.248-261 (1997).
- 12) Purchase, H.C., Cohen, R.F. and James, M.: Validating Graph Drawing Aesthetics, *Proc. the Symposium on Graph Drawing (GD'95)*, pp.435-446 (1996).
- 13) Shneiderman, B.: Tree visualization with tree-maps: 2-d space-filling approach, *ACM Transaction on Graphics*, Vol. 11, No. 1, pp. 92-99 (1992).
- 14) 角 康之, 間瀬健二: エージェントサロン: パーソナルエージェント同士のおしゃべりを利用した出会いと対話の促進, 電子情報通信学会論文誌 (D-I), Vol.J84-D-I, No.8, pp.1231-1243 (2001).
- 15) 竹内 亨, 寺西裕一, 春本 要, 下條真司: ソーシャルネットワークに基づいた情報伝播型コミュニケーションの実証実験による有効性評価, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.2, pp.555-565 (2006).
- 16) Ware, C., Purchase, H., Colpoys, L. and McGill, M.: Cognitive measurements of graph aesthetics, *Information Visualization*, Vol. 1, No.2, pp.103-110 (2002).
- 17) 安田 雪: 人脈づくりの科学, 日本経済新聞社 (2004).
- 18) 湯田聡夫, 小野直亮, 藤原義久: ソーシャル・ネットワーク・サービスにおける人的ネットワークの構造, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.3, pp.865-874 (2006).

(平成 11 年 11 月 11 日受付)

(平成 11 年 1 月 1 日採録)

栗山 進

昭和 54 年生.

平成 14 年九州大学理学部物理学科卒業. 平成 17 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了平成 17 年奈良先端科学技

術大学院大学情報科学研究科博士後期課程に入学, 現在に至る. ユーザビリティ, 情報視覚化, インタラクションデザインに興味を持つ. 電子情報通信学会, IEEE, ACM 各学生会員.

大平 雅雄 (正会員)

松本 健一 (正会員)