

論文

**SCACS: 研究者の結びつき支援を
目的とした Tree-Map 表現による
共著関係可視化システム**

**SCACS: A Tree-Map Based
Visualization of Coauthor
Relationships for Supporting
Researchers' Networking.**

概要

我々はこれまで、研究者の共著関係を共著論文数によって重み付けた Tree-Map として可視化し、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 表現による共著関係の読み取り実験と、システム評価実験について述べる。読み取り評価実験から、Tree-Map 表現は無向グラフ表現と比較して、共著関係をより速く読み取ることができることがわかった。また、システム評価実験から、対話相手の共著関係を良く把握できたといった感想や、話題の種になったといった感想が被験者から多数得られ、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。

Abstract

We have been developing SCACS (a Social Context-Aware Communication System) that supports to connect researchers in academic conferences and workshops through visualizing coauthor relationships as a Tree-Map weighted by number of coauthored papers. This paper describes the results of the following two experiments. One is to measure the performance of subjects when they read coauthor relationships as a Tree-Map. The result of the performance measurement indicated that the performance of subjects with a Tree-Map faster than that of subjects with an undirected graph. Another is to examine the feasibility of SCACS. Fifteen researchers participated in the feasibility experiment. From the results of the experiment, we have confirmed that subjects could easily find topics to talk with other subjects and could grasp coauthor relationships of other subjects.

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, 携帯情報端末や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, 特に, 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ものである.

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可視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⁾ として可視化し, 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可視化手法の評価実験およびシステム評価実験について述べる. 次章ではまず, 関連研究を紹介し本研究の立場を明らかにする. 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 による共著関係の可視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る. 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．これらのシステムは，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ことを目的としている．

SCACS は近くにいる人々と自分との共通の知人を視覚的に提示し，会話のきっかけや方針を与えることで人々が新たな関係を築くことを支援する．SCACS は人間関係の活用を主眼としており，共通の興味や話題を利用する前述のシステムとは，利用する情報に大きな違いがある．

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可視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，関係の可視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．Tree-Map 表現を用いる理由は，対面した相手の共著関係を場の雰囲気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．

また，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．特定の場所に設置された共有のディスプレイには，複数人で情報を共有しやすいという利点がある．SCACS は，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、ユーザは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。SCACS と Polyphonet は想定している支援の状況が異なるが相互補完の関係にあるということができる。

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研究者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。

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、次にシステム構成を概説し、SCACS が共著関係を可視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（コンテクストアウェア）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、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を変えない程度の短時間で読み取ることができること。

要件(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。

次に、対面した相手の共著関係を「場の雰囲気を変え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表現は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ため、表示要素同士の重なりは生じ得ない。

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。上記の理由により、Tree-Map表現の方が無向グラフ表現よりも共著関係をユーザが読み取る際に適した表現であると考え、採用した。

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、各々と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少なくとも必要となる。ウェブカムやジャイロセンサなどを利用する。

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、Display Device へ可視化した情報を送信する。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 表現で可視化される。

Display Device Portable Computer から受信し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。状況に応じて PDA や携帯電話などを利用することも現在検討している。

3.3 共著関係の可視化

3.3.1 共著関係のグラフ表現と Tree-Map 表現

SCACS の Portable Computer が行う共著関係の可視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際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、一見しただけでは誰が誰と関係しているか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非常に困難である。そのため我々は、3.1 で述べた要件 (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ための可視化手法の 1 つである。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 は共著関係のネットワークを 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

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) までを可視化する．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．

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 表現により可視化し

たものと、無向グラフ表現により可視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。無向グラフの可視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（毎年の参加者数は数百人）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可視化方式において 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 による共著関係の可視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 による共著関係の可視化方式（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 を利用した際に對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。

実験において実際に SCACS を使用していないのは、HMD を 15 台分準備するのが困難であったことと、実験で用いた会場では各種センサ群を設置することが困難であったためであり、共著関係を印刷し被験者に身に付けてもらい、擬似的に SCACS を利用している状況を設定した。

実験実施会場は畳の部屋であり、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。Tree-Map 表現の方が速く共著関係を読み取ることができる理由は、3.1 節で述べたように表示要素同士の重なりによって読み取りが阻害されることが無いことが一番の理由である。他の理由として、無向グラフ表現では辺の向きや長さに規則性が無いため、共著者を確認するのに何度も視線を往復させなければならないことが考えられる。Tree-Map 表現の場合、一定方向に視線を動かすだけで共著者を確認できる。Tree-Map 表現は対面した相手の共著関係を表示する際や、遠巻きに注目している人物の共著関係を表示する際には無向グラフより優れた表現であるといえる。

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、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など、無向グラフ表現の方が適している場合があると考えられる。

現在の SCACS の実装では、共著関係は Tree-Map 表現として可視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

SCACS の利用を擬似的に設定したシステム評価実験では、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。

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。一つは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す場面である。もう一方は、個人距離にいる他のユーザと会話を始める際（相手に話しかけられたときなど）や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。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っ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。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。そのため、アンケートで得られた感想は、個人距離でのコミュニケーションにおいて被験者が抱いたものであると思われる。今後の実験においてはこの点についても観察を続ける予定である。

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考えられ、今後システムの機能として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) を評価するための 2 つの実験について述べた。

共著関係の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可視化したものを 10 名の被験者に提示し、読み取りの速さを比較した。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 が可視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。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や共通の興味や話題を提供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。

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可視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。

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オン, 日本知能情報ファジイ学会誌, Vol.18, No.2, pp.223–232 (2006).
- 8) 石田 亨, 西村俊和, 八槇博史, 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 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・ネットワーキング・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).

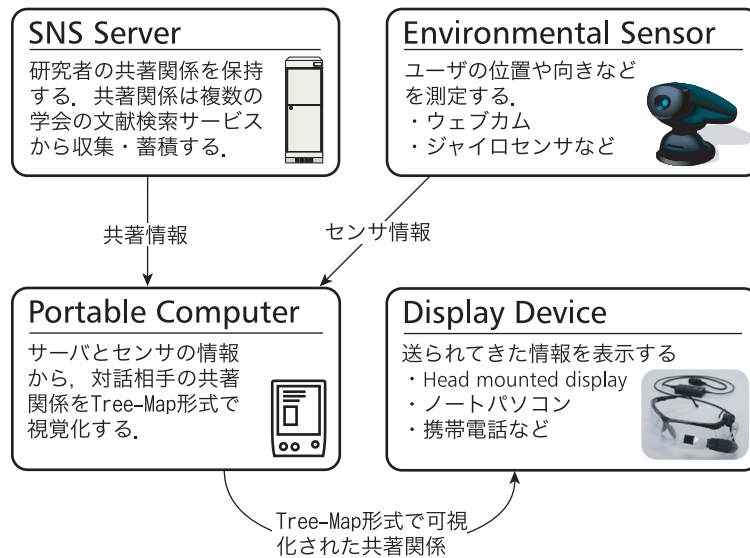
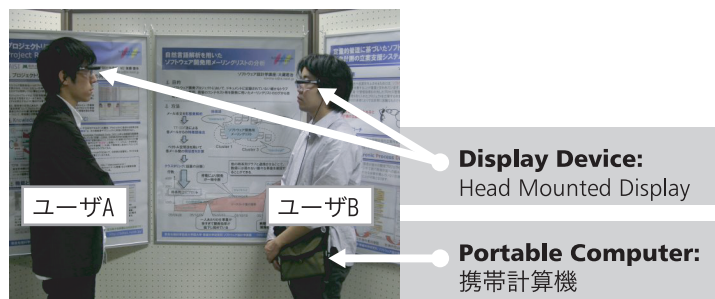


図1 システム構成図

Fig. 1 System architecture of SCACS.



(a) システム利用者外観



(b) ユーザAから見たユーザBの様子 (c) ユーザBから見たユーザAの様子

図2 HMD 装着時のシステム利用イメージ

Fig. 2 User interface with HMD.

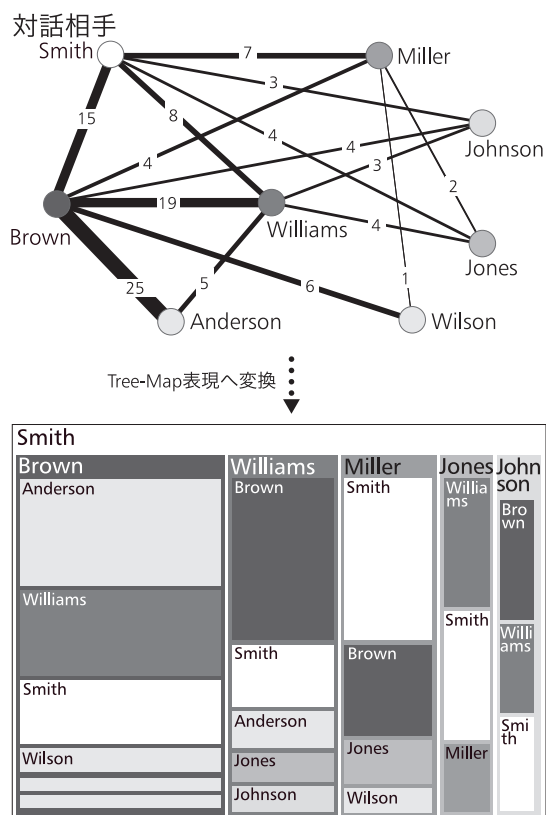


図3 共著関係の無向グラフ表現と Tree-Map 表現

Fig. 3 Coauthor relationships as an undirected graph and as a Tree-Map.

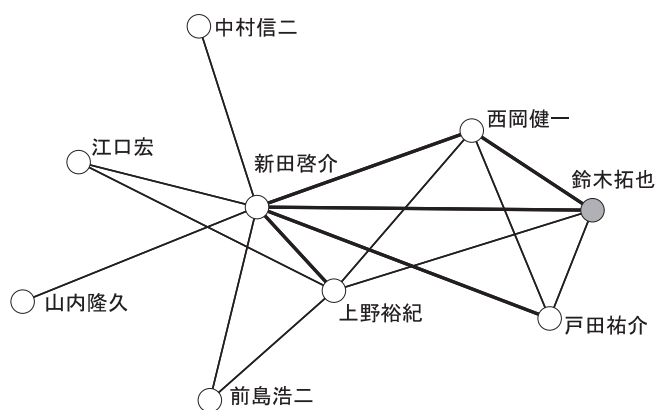


図4 実験に用いた無向グラフの例

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

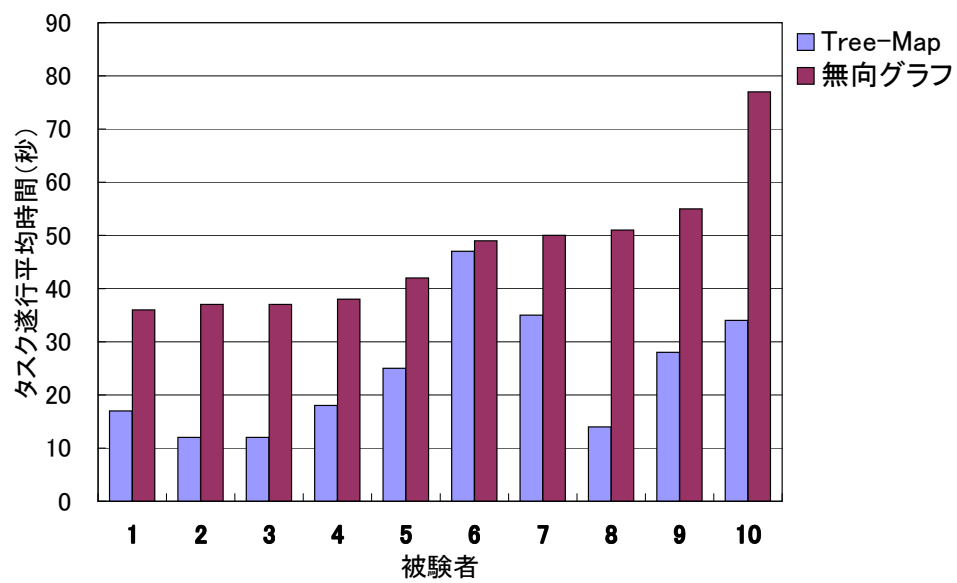


図5 被験者ごとのタスク遂行平均時間

Fig. 5 Task performance of every subject.

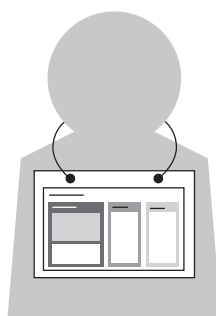


図6 共著関係を印刷した物を身につけた参加者の様子

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