

共同活動メンバー間での共在人数可視化による 遠隔アウェアネス支援

山本 豪志朗^{1,a)} 李 希成¹ 武富 貴史^{1,b)} サンドア クリスチャン^{1,c)} 加藤 博一^{1,d)}

概要：共同活動におけるコミュニケーションでは相手への気遣いが求められることがある。そのためには相手の状況を把握する必要があるが、過剰な情報共有はプライバシー問題を引き起こすことに注意しなければならない。そこで本研究では、同一空間に共にいるメンバー数（共在人数）という相手の状況を示すのには一見不明瞭な情報を提示することで、プライバシーに配慮したアウェアネス支援を目指す。共在人数に加えて、共同活動メンバー間では共有している事前知識があり、これらの組み合わせで事足りの状況推測が行えると考えられる。共在人数の可視化方法として、リスト、花形、渦巻きの中の三つの方法を提案し、被験者実験を通してプライバシー及び推定精度について検証した。

1. はじめに

研究室やオフィスなどの共同活動を行う組織において、各員が何をしているか、どのような状況にいるかを互いに把握することはコミュニケーションやコラボレーションの円滑化につながる。石井はコミュニケーション開始前に、相手がそれに応じられるか、迷惑にならないかを判断する手がかりを得ることが、コミュニケーションの生起を促し、コラボレーションへと発展させるための前提条件であると指摘している [4]。岡田らも同様に、互いに相手の存在を認知できるコプレゼンス (Copresence) の状態において、互いの状況を察知することで、意識や情報を共有するコミュニケーションが生まれ、新しい価値を創造するコラボレーションが可能になると指摘している [3]。このような他者に関する情報への「気づき」はアウェアネスと呼ばれ、本稿ではこれらを含む情報をアウェアネス情報と定義する。各員で同一空間を共有している環境においては、相手の姿や音、物の配置などといった情報から、相手の状況を察することができる。一方で、互いに異なる空間にいる場合、これらのアウェアネス情報を取得することが困難となり、相手の都合を無視した一方的なコミュニケーションが生じることがある。このような背景から遠隔環境間におけるアウェアネス支援が求められてきた。

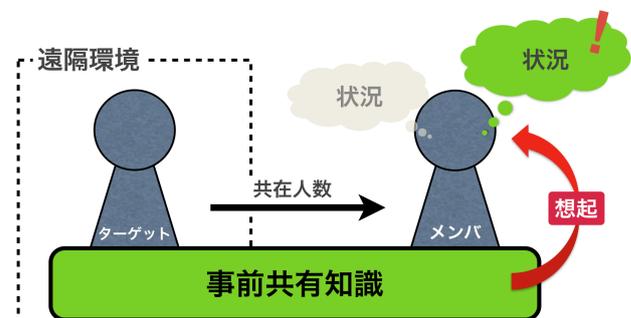


図 1 事前共有知識に基づくアウェアネス情報伝達概要
Fig. 1 An overview of our conceptual idea; we adopt the number of co-located members as cue information.

遠隔アウェアネス支援ではプライバシーの問題がつきまとう。Smith と Hudson は、アウェアネス情報の提供とプライバシーの間にトレードオフの関係があることを指摘した [1]。本研究では、事前共有知識に基づくアウェアネス情報の伝達に着目することでプライバシー侵害の緩和を狙う。具体的には、同一空間における共にいるメンバーの人数を共在人数と定義し、共在人数をアウェアネス情報として伝達することで、遠隔にいるメンバー（以降、ターゲット）のプライバシーに配慮する。共同活動のメンバーは互いのことを多かれ少なかれ日常的に事前知識として獲得している。その知識から状況を想起するきっかけとなる情報として共在人数を伝達する。図 1 に情報伝達の概要を示す。また、共在人数の可視化を工夫し、3 種の異なる表示形式を用意した。これらを用いて、ターゲットの状況を推測するという条件下にて、プライバシーへの配慮と的確なアウェアネス支援について被験者実験を通して検証した。

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
NAIST, 8916-5 Takayama, Ikoma, 630-0192, Japan
a) goshiro@is.naist.jp
b) takafumi-t@ipsj.or.jp
c) sandor@is.naist.jp
d) kato@is.naist.jp

2. 関連研究

Hudson と Smith はターゲットのプライバシーを考慮し、動画等リッチな情報をそのままでは送らず、その動画の中からアウェアネスを行ううえで重要となる情報のみを伝達することを提案した [1]。彼らの提案した The Shadow-View Technique は人の動き情報のみを影のような表現で伝達する手法である。しかしながら、アウェアネス情報の取得段階において、依然としてビデオカメラによる映像というリッチな情報が取得されているために、アウェアネス情報の取得段階におけるプライバシーの保護が行えているとは言い難い。アウェアネス支援システムは主に、アウェアネス情報の取得と可視化という二つのプロセスにより構成されているために、可視化におけるプライバシーの保護に加えて、取得段階におけるプライバシーの保護が求められる。本研究ではアウェアネス情報として、ターゲットの共在人数のみを取得するために、取得段階におけるプライバシーの保護にも貢献できると考えられる。

伊藤ら [2] は、対面環境において生じる相手の存在や気配といった情報に着目し、遠隔環境へそれらの情報を伝達することで、互いに繋がっているという感覚を助長する「つながり感通信」を提案した。その中で提案した Family Planter は、日常生活において互いにさりげなく繋がっているという感覚を演出する。アウェアネス情報の取得段階においては動き情報のみを取得し、また公開段階においてもそれらの情報を再現していることから、アウェアネス情報の取得と可視化の両段階において、プライバシーに配慮した設計であると考えられる。ただし、Family Planter は家族間という本当に関係の深い小集団において繋がり感を提供することを目的としている。そのため、研究室やオフィスといった共同活動組織において、またターゲットの状況を今すぐに知りたいという用途として用いることは困難である。本研究ではターゲットの状況をオンデマンドに把握することが可能なシステムを構築する。

3. 提案手法

本章では、本研究におけるアウェアネス情報の取得と可視化の二つのプロセスについて説明する。

共同活動組織における各々の空間は特定の役割や用途を果たすために設計されている、あるいは日々の生活を通じて自然と特定の役割や用途が与えられる。例えば、大学では、教室は主に講義が行われる場所、食堂は主に食事を行う場所、図書館は主に読書や自習が行われる場所、研究室は主に研究活動が行われる場所である。空間とそこで行われる活動には強い関係があるために、どちらか一方を知ること、もう片方の候補を絞り込むことが可能となると考えられる。例えば、食堂にいたことが分かれば食事をしていと考えられ、食事をしていることが分かれば食堂にい

ると考えられる。それらの情報を的確に引き出すためのきっかけとなる情報をユーザに提供することができれば、ターゲットがいる場所や行っている活動などを推測できると考えられる。その情報として共在人数、その提示方法として 3 種の表示形式を提案する。

3.1 可視化情報：共在人数

本研究では、ターゲットのいる場所や行っている活動などを事前共有知識から引き出すきっかけとなる情報として共在人数に着目する。共同活動組織においてメンバがいる場所は、共にいるメンバの数に強く影響を受けると考えている。例えばターゲットが研究室にいる場合は多くのメンバと、ターゲットが会議に参加している場合はその会議に参加する限られたメンバのみと共にいるなど考えられる。これらの情報は共有知識からの的確に情報を引き出すためのきっかけとなる情報に過ぎず、共同活動組織メンバのみを対象として取得されるため、ターゲットのプライベートな活動に配慮した情報の取得が可能であると考えられる。

ターゲットの状況を推測する実場面においては、推測を行う時刻が付加情報として存在し、共在人数情報という僅かな情報からでもターゲットの状況を絞り込むことができる。例えば、午後 4 時に研究室からターゲットの状況を推測するとき、共在人数 3 名であれば、午後 4 時という時間から食堂にいるという可能性が除外される。また 3 名という情報から自宅にいるという可能性も除外される。このように共在人数という僅かな情報であっても、推測を行う際における自然発生的に付加される時刻といった情報や、事前に互いが共有している知識と組み合わせることで、相手の状況を的確に推測することが可能になると考える。

3.2 可視化方法

共在人数は、ターゲットの状況を事前共有知識から引き出すことができると考えられる。その一方で、曖昧性を十分に含むために、誤った推測を引き起こす可能性がある。よって伝達する情報は曖昧なままに、可視化手法を工夫することにより、ユーザが表示形式から読み取れる情報を増やし、状況推測精度を向上させる。基本的には、伝達情報は時間経過と共に収集することができるため、時間軸の幅によって異なる表現となる。

本研究では共在人数情報を色に対応させて表示する。これは視覚的に分かりやすい情報提示を行いつつも、具体的な人数を抽象化することにより、プライバシーに配慮した結果である。具体的には、共在人数が少数の場合は寒色系、多数の場合は暖色系で表わす。図 2 は各種表示形式を示している。共同活動組織における他のメンバとの活動状況の比較に焦点を置いたリスト表示 (L)、個々人の活動の履歴情報に焦点を置いた花形表示 (F)・渦巻き表示 (S) の 3 種の可視化手法を提案する。

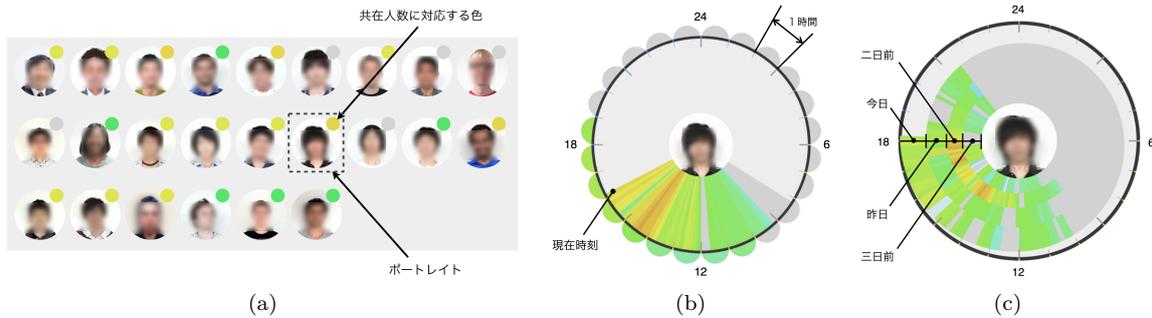


図 2 3 種の表示形式：(a) リスト表示, (b) 花形表示, (c) 渦巻き表示

Fig. 2 Display modes: (a) list display mode, (b) flower display mode, and (c) spiral display mode.

4. 試作システム

提案手法に基づき遠隔アウェアネス支援システムを試作した。このシステムは、アウェアネス情報の取得と可視化の二つのプロセスによって構成されている。

本システムは、固有の ID を周囲にブロードキャストする発信機と、その ID を受信してサーバへ送信する受信機によって構成されている。発信機は各メンバが常時携帯し、発信機を携帯したメンバが受信機が設置された施設に近づくことで受信機が発信機の ID を取得する。ID を取得した受信機は、受信機に割り振られた固有 ID と取得した ID を組み合わせてサーバへ送信する。サーバ側では、その時刻同じ受信機から送信されたデータから各メンバのその時刻での共在人数を算出し、データベースへ記録していく。本研究では Bluetooth 発信機として StickNFIND Technologies 社の stickNFIND を用いた。Bluetooth 受信機としては Apple 社の iPod touch を用いた。

サーバの構成は OS として CentOS (version 6.4), ウェブサーバとして Apache, データベースとして MySQL, サーバサイドの処理として PHP (version 5.3.3) を用いた。本システムはウェブブラウザから閲覧することができるものの、所定の ID とパスワードを入力しなければ、閲覧することができないように設定した。これは、共同活動メンバ以外が本システムを閲覧することを防止するためである。

共在人数情報は 3 種の表示形式を用いて各種ウェブブラウザからアクセスできるウェブアプリケーションとして実装した。トップページにはリスト表示形式が用いられており、その時刻における共同活動メンバの状況を一覧することができる。リスト表示はターゲットの選択画面としての役割も兼ねており、特定のメンバの状況を詳しく知りたい際は、メンバの顔写真を選択することで花形表示へと切り替えることができる。花形表示から渦巻き表示へは画面下部に設置されたスペースを左にフリックすることで切り替えることができ、その逆で花形表示へと戻る。本システムはモバイルデバイスからのアクセスも考慮して実装した。

5. システム評価実験

本章では、アウェアネス情報を発信する立場とアウェアネス情報を受信する立場の双方の立場から評価について言及する。実験は、著者らの所属する研究室メンバ (計 22 名, 1 名は発信機の携帯を拒否) を発信機を携帯するメンバとし、大学内にある施設「研究室・ゼミ室・実験室・大学食堂・図書館・講義室」の計 6 箇所に受信機を設置した。受信機設置施設に関しては予備実験を行い候補を絞った。評価実験の被験者はメンバ中 16 名 (学生) とした。

5.1 実験内容

本稿では、被験者実験を通じて各項目を検証した結果として、プライバシーと推測精度について報告する。

5.1.1 プライバシに関する調査

システム利用前後でのプライバシーに関する抵抗感が変化するかを調査する。GPS などで取得できる直接的な情報「どこにいるか」と、本システムで共有する情報「何人の研究室のメンバと共にいるか」について確認する。システム利用前後で変化するのは後者のみであることから、次の三つの条件が考えられる。(p1-1) 場所情報, (p1-2) 人数情報 (システム利用前), (p1-3) 人数情報 (システム利用後)。これらの条件において、被験者にプライバシーの観点から抵抗を感じるかについて 5 段階で評価させる。

また、表示形式の違いによって提供される情報量が異なることから、「研究室メンバの何人というか」という情報が研究室メンバで共有されることに、プライバシーの観点から抵抗を感じるかについて 5 段階で評価させる (p2)。

5.1.2 推測精度に関する調査

提案する表示形式の推測精度を、実際に推測してもらうことで調査する。実験するにあたり、次の二つの情報提示形式を追加し、形式に被験者に推測をさせる。一つは None 形式 (N) で何も提示しない。もう一つはポートレート形式 (P) でリスト形式の一名を抽出した表示となる。また、同時にそのときの回答に対する自信についても回答させる。

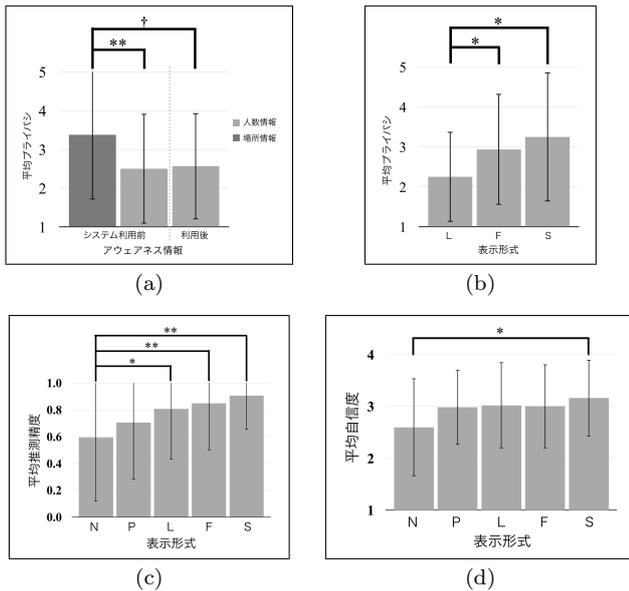


図 3 実験結果：プライバシーに関する抵抗感 (a) 共有情報の種類別と (b) 表示形式別、また推測時の (c) 精度と (d) 自信度

Fig. 3 Experimental results: The comparison about privacy in (a) sharing information and (b) display modes, and the comparison about estimation by (c) accuracy and (d) confidence in each display mode.

5.2 結果と考察

被験者実験を通して得られた結果を示す。

5.2.1 プライバシに関する調査結果

システム利用前後におけるプライバシーに関する抵抗感 (p1) の結果を図 3 (a) に示す。スチューデントの t 検定の結果、場所情報 (p1-1) と人数情報 (システム利用後) (p1-3) の平均の差は有意傾向であった (両側検定: $t(30) = 1.82, 0.05 < p < 0.1$)。人数情報のシステム利用前後 (p1-2, 3) の平均の差は有意でなかった (両側検定: $t(30) = 0.15, p > 0.1$)。次に、表示形式毎のプライバシーに関する抵抗感を図 3 (b) に示す。分散分析の結果、表示形式間において有意な差があることがわかった ($F(2, 30) = 8.40, p < 0.01$)。ボンフェローニ法の多重比較によれば、各条件の平均の大小関係は「リスト表示形式 < 花型表示形式 = 渦巻き表示形式」となった ($p < 0.05/3$)。

5.2.2 推測精度に関する調査結果

各表示形式における推測精度の結果を図 3 (c) に示す。スチューデントの t 検定の結果、None 形式とリスト表示の平均の差は有意であった (両側検定: $t(86) = 2.31, p < 0.05$)。None 形式よりリスト表示の方が高い推測精度を持っているといえる。また None 形式と花形表示の平均の差は有意であった (両側検定: $t(78) = 2.71, p < 0.01$)。None 形式より花形表示形式の方が高い推測精度を持っているといえる。また None 形式と渦巻き表示の平均の差は有意であった (両側検定: $t(79) = 3.91, p < 0.01$)。None 形式より渦巻き表示の方が高い推測精度を持っているといえる。

5.2.3 考察

共在人数情報は場所情報に比べ、共有する抵抗感が低い傾向にあり、ターゲットのプライバシーに配慮したアウェアネス情報であるといえる。共在人数情報には、ターゲットの状況を推測するうえでいくつかの候補が存在するためだと考えられる。表示形式に関しては、花形・渦巻きなど時系列にアウェアネス情報を表示する形式はそのターゲットの生活パターンを浮き上がらせることになるという指摘があり、プライバシーとのトレードオフが顕著に表れている。

試作システムは共在人数のみを提示で、提案表示形式全てにおいて、80%以上という高い推測精度を確認することができた。花形・渦巻き表示に関しては履歴情報も付加されるため精度が上がったと考えられる。リスト形式と比較することで、他のメンバとの比較よりも履歴情報との比較のほうが有効である可能性が見られた。また、自信度の結果から、本システムでは確信を持てるわけではないがある程度の自信を持てる情報提示ができていていると考えられる。

6. おわりに

本研究では遠隔環境間におけるメンバのプライバシーに配慮したアウェアネス支援の実現を目的とした。遠隔アウェアネス支援においては常にプライバシーの問題が付きまとうことから、日常生活を共にする中で獲得される事前共有知識に着目し、共在人数の伝達によりその実現を目指した。実験を通して、共在人数情報の共有がプライバシーの観点で抵抗感を比較的与えないことがわかった。また、3種の異なる特徴を持つ表示形式を提案し、それらの推定精度及び自信度を調査し、高い推定精度を示したことを述べた。

高い推定精度を示すことで、プライバシーの観点から多少抵抗感が感じられるという意見もあった。その一方で、組織としての活動やその中で個人の活動が可視化される本システムは士気を高めたり、積極的な動機付けとなりうる可能性があった。このような点を参考に、今後は自発的に使いたくなるような仕掛けを取り入れたい。

参考文献

- [1] Hudson, S. E. and Smith, I.: Techniques for Addressing Fundamental Privacy and Disruption Tradeoffs in Awareness Support Systems, *Proceedings of the 1996 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '96*, pp. 248-257 (1996).
- [2] Itoh, Y., Miyajima, A. and Watanabe, T.: 'TSUNAGARI' Communication: Fostering a Feeling of Connection Between Family Members, *CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '02*, New York, NY, USA, ACM, pp. 810-811 (2002).
- [3] 岡田謙一, 松下温: 協調の次元階層モデルとグループウェアへの適用, 情報処理学会研究報告. IM, [情報メディア], Vol. 93, No. 95, pp. 87-94 (1993).
- [4] 石井裕: CSCW とグループウェア-協創メディアとしてのコンピュータ-, 株式会社オーム社 (1994).