

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11410

研究課題名(和文)非対称な参加環境によるテレコミュニケーションの円滑化方法の研究

研究課題名(英文)Research on facilitation method of telecommunication by asymmetric participation environment

研究代表者

小林 稔(Kobayashi, Minoru)

明治大学・総合数理学部・専任教授

研究者番号：60738623

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：多人数が参加する「主会場」と、1人が参加する「遠隔会場」の間を接続する会議では、立場や得られる情報が異なるために、タイミングよく発言できない等のコミュニケーションの問題が起こる。このような参加環境が異なること(非対称性)に起因するコミュニケーションの阻害要因を適切に軽減することを目的に、主会場と遠隔会場間の情報や状況の共有及び参加者を困む環境に着目し円滑化手法を検討した。検討を通じ、発言したいという意思等の情報をボタンインタフェースにより入力し表現する方法を実現した。加えて、会議参加者の注意の分布に着目した会議進行に影響する課題を抽出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

会議のコミュニケーションの阻害要因には、通信品質の低さを含め多様なことが考えられるが、本研究では、会場ごとの参加人数の違いや参加者の会議メンバーの中での立場の違いのような、会議の場の構成が与える影響を原因の一つとして定義した。

この影響による会話進行の問題の解決のために、会議参加者の状態をセンシングまたは入力して表示する方法を複数試みた結果の一つとして、会議参加者の感情や意志をボタンで入力し共有するWebサービスを開発した。これにより参加者が理解しやすい表示の設計を示した。非対称性に起因する課題に特化した方法の実現には至らなかったが、会議参加者の注意配分を詳しく分析する研究の基盤となった。

研究成果の概要(英文)：In a conference connecting the "main venue" where many people participate and the "remote venue" where one person participates, communication problems such as not being able to speak at the right time occur due to differences in positions during conversations and information obtained. To appropriately reduce the disincentives caused by such different (asymmetric) participation environments, we examined facilitation methods while focusing on the sharing of information and situations between the main and remote venues, and the environment surrounding the participants. Through the study, we realized a method to input and express information such as the intention to speak using a button interface. In addition, we extracted issues that affect the progress of the meeting by focusing on the distribution of attention of the meeting participants.

研究分野：CSCW

キーワード：CSCW ユーザインタフェース コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

遠隔地間の会議支援については多くの取り組みがなされ、昨今の高速インターネットの普及により画像通信を用いた遠隔コミュニケーションは一般に広く利用可能となり、それを有効に活用して働き方を革新することも期待されている。例えばテレワークのように、特定のオフィスに出勤しなくても自宅やサテライトオフィスから通信を介して出勤することで業務を行うことができるようにすることで、生活形態の制約を受けずに多様なスキルを持つ人材を有効に活用することなどが期待されている。さらには、モバイル通信の高速化や、Wi-Fi サービスの普及により、自宅や外出先さらには屋外や移動中など多様な場所から遠隔会議に参加可能となり利用場面が拡大している。

研究代表者が前職の通信事業者の研究機関において実施した遠隔勤務の研究では、(1)音声や画像の遅延等により発言のタイミングが取りにくく会話がしにくいこと、(2)他の参加者の様子がわかりにくかったり自分の存在を示しにくかったりするなどプレゼンスの表現が不足すること、(3)人を探して話しかけるなどオフィス全体に対する働きかけができないことなどの問題が指摘された。これら課題を解決する取り組みは CSCW 研究の早い時期から取り組まれており、テレプレゼンスロボットなど課題解決につながる装置・サービスも実用化されている。

一方で、ビデオ通話サービスの利用場面拡大により、多人数が集まって行う会議に、1 人または少数の参加者がビデオ通話を介して参加することが気軽に行われるようになり、そこで生じる会話のしにくさを経験する機会も増えてきた。このような、参加形態の多様化に伴うコミュニケーションの課題の顕在化が本研究の背景であった。

2. 研究の目的

複数人が主会場に集合して行う会議に、1 人だけが遠隔会場からビデオ会議システム等を使用して参加する状況では、主会場で共有される情報や参加者の表情や位置関係等を、遠隔会場の参加者がよく把握できない。一方、遠隔会場の参加者の状態や意思を主会場の参加者が把握するのも困難である。その結果、遠隔会場の参加者が会議の内容を理解し、積極的に意見を述べるのが妨げられたり、遠隔会場の参加者の意見を取り入れることが妨げられたりする状況が起こりやすい。

このように多人数が参加する「主会場」と、1 人が参加する「遠隔会場」の間で、情報や立場が大きく異なる「非対称」な状態で起こる集団の能力の低下に着目し、参加環境が異なること(非対称性)に起因するコミュニケーションの阻害要因を適切に軽減することで、参加者相互の円滑なコミュニケーションを可能にする方法を実現することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では、解決方法を提案・試作し試用実験を行い提案方法の効果を評価することを繰り返すことを通じコミュニケーションの阻害要因を明らかにし、より有効な解決方法を実現するための手がかりを探索した。

取り組み対象として3つの問題に着目した：(A)多 1 方向の情報の問題(主会場で共有される情報や参加者の表情や位置関係などを遠隔会場の参加者が把握できない)、(B)1 多方向の情報の問題(遠隔会場の参加者の状態や意思を主会場の参加者が把握できない)、(C)遠隔会場の参加者を囲む環境の問題(遠隔会場の参加者が議論に集中することが困難であったり、情報管理が困難であったりする)。ここで(A)(B)の問題を解決する方法は、それぞれ独立のものではなく一つの方法である場合もあるが、両方の側面に注目して課題を解決する方法を検討した。

4. 研究成果

(1) ボタンインタフェースを用いた意思共有方法の研究

会議参加者が発話意思(発言したい等の意思)を伝えることが難しいことがある。相手と対面していれば表情やジェスチャーなどにより意思の強さも含めて表現することができるが、オンライン会議では表現方法に限られる。その結果として、適切なタイミングで発話機会を得ることができず、円滑な会話ができなくなる問題があった。

この問題を解決するために、各参加者が画面上のボタンを押すことで発話意思を含む「気持ち」をシステムに入力し全参加者で共有する気持ちボタンシステム(図1)を作成し評価した。主観評価により、活発に議論ができること、参加者間で意思の疎通が取れていることの2つの点で効果を確認した。実際の会議でこのシステムを使用しながら改善を重ねることで、表現できる気持ちの種類やユーザインタフェースを改良しコミュニケーション場面での利用可能性を高めた。

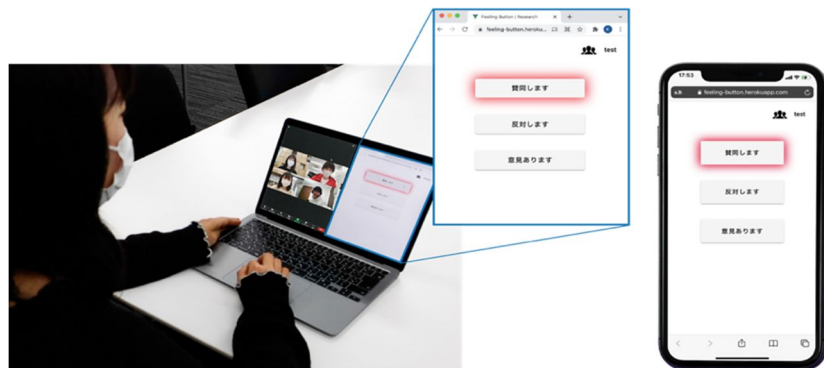


図1 気持ちボタンシステムを使用している様子と画面（初期のデザイン）

(2) 自身の動きの拡張により遠隔者の動きの理解を容易にする手法の研究

遠隔地参加者の意思や状態をボタンインタフェースなどで表明させる方法の他に、センサで計測可能な姿勢や生体情報等の情報を処理し伝達することで、相手の状態を把握する手がかりを提供しコミュニケーションに役立てる方法の実現にも取り組んだ。この取り組みでは、発話意思等をシステムが推定して伝えることはせず、表示された情報をもとにユーザが相手の状態を推定する能力を補助することを意図し、それに資する情報を伝達することを試みた。

これを目的として、遠隔参加者の姿勢情報を主会場の参加者に提示するシステムを構築したが、それを試用することを通じ、提示情報を解釈し相手の状態を推定することが難しいという課題を認識した。

この課題を解決し提示された情報の意味の解釈を容易にする方法の一つとして、情報を見る主会場の参加者についても遠隔参加者と同様に計測し机の上に表示する方法を提案した。自分自身の状態と机の上に表示される情報の関係を推定することを通じて、表示される情報から相手の状態を推定する手がかりを提供することを意図したものである。これについては効果の検証には至らなかったが、この取り組みにより、「発言したい」「反対である」のように明確に表現できない気持ちや状態を共有する仕組みの設計について、一つの方向性を可視化した。



図2 参加者情報の可視化システム

(3) メンバー相互の環境把握に関する研究

遠隔地に位置するメンバー間で互いに相互の存在や状態を感じることができる性質（アウェアネス）を確保することは、グループ活動を円滑に進めるために有効である。一方で、オフィスではなく自宅などから参加する場合は、プライバシーへの配慮も必要である。

仲間同士の気配を共有するために各参加環境の音を伝える方法が考えられるが、話し声には聞かれない情報が含まれることが多い。そこで、センサで計測した位置情報にもとづき予め録音した足音を再生するシステムを作成した。送信側では足元付近に設置したセンサで計測し、受信（再生）側では天井付近に設置したスピーカで音を再生することにより、2階の足音を階下で聞くことに似た状態を再現した（図3）。各センサで取得した情報をもとに対応するスピーカで足音を再生する方法により、足音の移動を伝達するのに有効であることを示した。

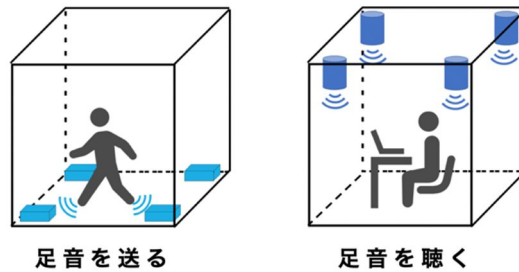


図3 足音の伝達概念図

(4) プレゼンテーションシステムの研究

研究過程で作成した方法を、プレゼンテーションと議論の場に応用することにも取り組んだ。オンライン会議システムを用いたプレゼンテーションでは、資料と発表者画像が表示されるが、身振りや手振り、発表者の視線や表情などのノンバーバルな情報が伝わりにくいことが課題であった。課題解決のために、発表者の上半身の映像を発表資料と合成して表示する発表スタイル（図4左）を実際の発表で用いて評価した。加えて、発表者を2D CG アバターとして表現する方法も提案し、ノンバーバル情報の有無や種類が聴講者の印象に与える影響を調査し報告した。

また、聴講者が発表に対する印象や考えを簡単に表明できるシステム ChaChatButton を作成した。カスタマイズ可能な定型文ボタンと短文コメントを投稿できる Web インタフェースを提供し会議中に容易に利用できるようにしたことで、多くの投稿がなされた。発表者は聴講者の意見を取り入れながら発表を進めることが可能になり、聴講者は他の聴講者の意見・印象を把握することで、議論を活性化することができた。このようなスタイルの支援は、他のシステムを利用しても行われているが、本研究では(1)の研究の類型として独自システムをオンライン会議だけでなく、対面会議、ハイブリッド会議でも利用可能な形で実装し長期の利用を行ない、ユーザインタフェースと利用状態の関係を調べている。

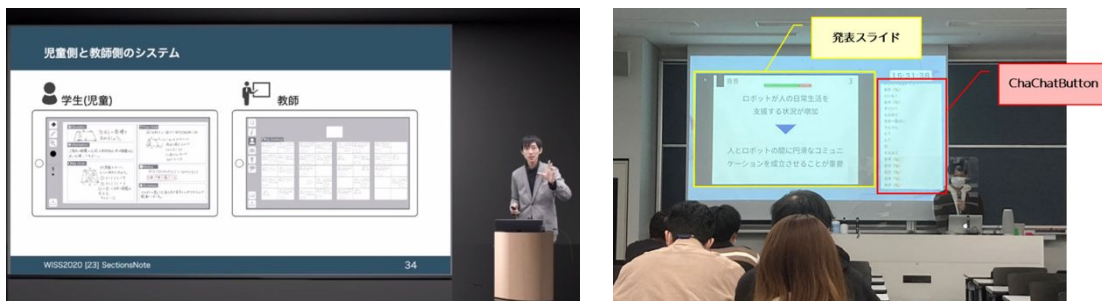


図4 リモートプレゼンテーションの画面例（左）と ChaChatButton を使用している様子（右）

(5)非対称な環境における疎外感軽減を目的としたフィジカルアバターの検討

「非対称」な環境におけるコミュニケーションでは、遠隔会場にいる者が主会場の会話の輪に加わっていない感覚を抱くことがあるが、このような遠隔地の参加者が感じる疎外感を軽減する方法を検討した。

自分に対して話しかけられていることは、会話の文脈から把握することもあるが、発話者の顔や視線の方向を手がかりに把握することもある。視線一致ディスプレイ等による解決も考えられるが、多様な状況で利用可能な方法を探索した。その一つとして、遠隔参加者の代わりとなるフィジカルアバター（図5）を主会場に置く方法を提案した。実際に利用可能とするためにはさらなる検討が必要であるが、多様な側面から遠隔会議環境の改善方法を検討するための一例を示した。

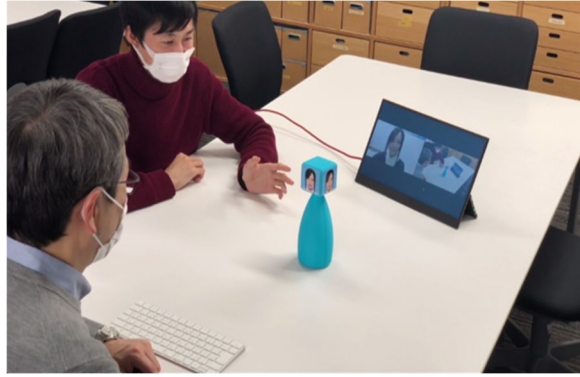


図5 フィジカルアバターを用いた会話の様子

引用文献

- 阿部花南, 築館多藍, 桑宮陽, 横山幸大, 越後宏紀, 小林稔. 会議円滑化支援を目的とした気持ち可視化ボタンの提案と評価. 情報処理学会論文誌, 2022, Vol.63, No.9, p.1547-1557.
- 山田篤志, 小林稔. 活発な遠隔議論の実現を目的とした, 自身の動きの拡張により, 遠隔者の動きの理解を容易にする手法の提案. 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2020), 2020, p.900-903.
- 越後宏紀, 小林稔. アウェアネスを提供するための位置計測による足音表現手法. 情報処理学会論文誌, 2021, Vol.62, No.1, p.90-99.
- 越後宏紀, 小林稔, 五十嵐悠紀. オンラインの学会発表におけるプレゼンテーションスタイルの印象評価. 情報処理学会論文誌, 2022, Vol.63, No.1, p.2-10.
- 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔. チャットボタンシステム「ChaChatButton」の長期的利用とその効果. ワークショップ 2022(GN Workshop 2022)論文集, 2022, p.44-51.
- 築館多藍, 小林稔. 非対称な環境におけるコミュニケーションの疎外感軽減を目的としたフィジカルアバターの検討. サイバースペースと仮想都市研究会, 2022, Vol.27, No.CS-1, p.9-14.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5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 阿部 花南、築館 多藍、桑宮 陽、横山 幸大、越後 宏紀、小林 稔 | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 会議円滑化支援を目的とした気持ち可視化ボタンの提案と評価 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 1547 ~ 1557 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20729/00220101 | 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 越後 宏紀、呉 健朗、新井 貴紘、富永 詩音、小林 稔 | 4. 巻 64 |
| 2. 論文標題 カテゴリ別におけるVTuberとYouTuberの配信スタイルによる印象評価 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 86 ~ 95 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20729/00223411 | 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 越後 宏紀、小林 稔 | 4. 巻 62 |
| 2. 論文標題 アウェアネスを提供するための位置計測による足音表現手法 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 90 - 99 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 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 西村優里、小林稔 | 4. 巻 61 |
| 2. 論文標題 気持ちの共有を支援するウェアラブルパブリックディスプレイのシールプロトタイプ | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 | 6. 最初と最後の頁 70-78 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 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43件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 木村仁, 阿部花南, 築館多藍, 小林稔 |
| 2. 発表標題 遠隔会議の参加者が精神的ストレスを顕著に感じる会議条件 |
| 3. 学会等名 情報処理学会 第117回グループウェアとネットワークサービス研究発表会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔 |
| 2. 発表標題 チャットボタンシステム「ChaChatButton」の長期的利用とその効果 |
| 3. 学会等名 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 伊藤壮哉, 越後宏紀, 武井秀憲, 大仲健汰, 小林稔 |
| 2. 発表標題 ワイプに映る人物の非言語的表出性がプレゼンテーション視聴に与える影響 |
| 3. 学会等名 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 木村仁, 阿部花南, 越後宏紀, 小林稔 |
| 2. 発表標題 遠隔会議における発話衝突により生じる精神的ストレス軽減手法の提案 |
| 3. 学会等名 情報処理学会 第202回 ヒューマンコンピュータインタラクション研究会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔 |
| 2. 発表標題 ChaChatButton: 聴講者からのフィードバックをリアルタイムに反映するチャットボタン |
| 3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2022 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 築館多藍, 小林稔 |
| 2. 発表標題 非対称な環境におけるコミュニケーションの疎外感軽減を目的としたフィジカルアバターを検討 |
| 3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第74回サイバースペースと仮想都市研究会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山田篤志, 小林稔 |
| 2. 発表標題 活発な遠隔議論の実現を目的とした, 自身の動きの拡張により, 遠隔者の動きの理解を容易にする手法の提案 |
| 3. 学会等名 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02020) |
| 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 |
|---------|---------|
|---------|---------|