

遠隔会話におけるアウェアネス向上のための プライバシーを考慮した実物体の操作映像情報共有システムの提案

Proposal of Video Sharing System While Operating Real Objects Considering Privacy for Improving Awareness in Remote Conversation

長谷川 駿[†] 吉野 孝^{††}
Shun Hasegawa Takashi Yoshino

1. はじめに

近年, LINE, Skype, Discord などの音声通話型チャットアプリの普及により, 遠隔コミュニケーションをする機会が増加している. また SNS, オンラインマルチプレイゲームの発展により, 対面環境だけでなく, 各遠隔地にいながら共通の目的を持つ仲間同士で仮想環境などに気軽に集い, 協調作業を行う機会も増加してきている. 遠隔コミュニケーションにおいて, インフォーマルコミュニケーション¹は, 良い人間関係を築く機会を提供し, 協調作業を円滑化する重要な役割を持っていると言われている [1]. しかし, 音声通話型のチャットアプリでは, 「誰がどこに注目しているのか分からない」というような会話状況や場の雰囲気などの情報を正確に把握することができず, コミュニケーションを円滑に行うことができない. また, 他者と共存している感覚が得られず, 会話への参加度が減少してしまうなどの問題が起こりうる. それらの問題が引き起こされる要因として, 視線情報, 距離感, 身体動作などの非言語情報の欠落により, アウェアネス情報²が減少していることが挙げられる. このアウェアネス情報の減少により, インフォーマルコミュニケーションが起こりにくくなり, 十分な人間関係を築けず, 協調作業の効率が悪くなってしまう場合もある.

Mehrabian によると, 対面コミュニケーションにおいて, 文字情報で伝わる情報は全体の 7%にすぎず, 残りの 93%は非言語的な情報で伝達しているとされている [2]. また, 石井 [3] は協調作業を行う過程を次の 4 つの階層構造として捉え, コミュニケーションの発生を促すためには, アウェアネスが必要であるとしている.

- (1) アウェアネス: 見える, 何をしているか分かる
- (2) インフォーマルコミュニケーション: 立ち話
- (3) フォーマルコミュニケーション: 会議, 打ち合わせ
- (4) コラボレーション: 協調作業

これらのことから, 対面コミュニケーションのような環境を実現するには, 欠落してしまう非言語情報を補完し, 十分にアウェアネス情報を提供することが重要であることが分かる.

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

¹ 非計画的で偶発性をもった出会いや会話のことで, 個人的な関係の確立・維持に不可欠なものであると言われている.

² ある空間の中で誰がいて, どのような活動があり, 誰と誰が話しているかといった状況情報への気づき

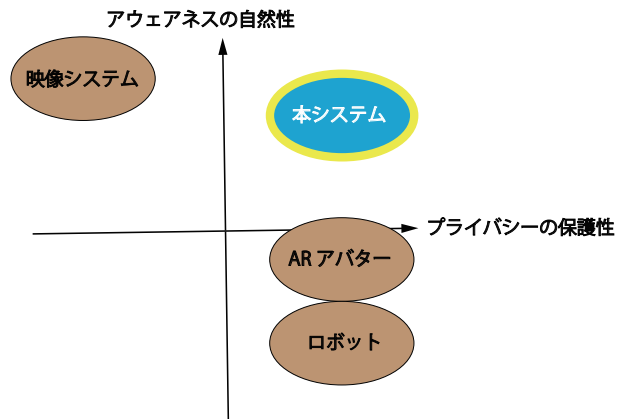


図 1: 本研究の位置づけ

遠隔コミュニケーションにおいて, アウェアネス情報の提供には 2 つのトレードオフが存在すると言われている [4]. その問題は「アウェアネス情報を送信するほど, プライバシーが保護されないこと」と「アウェアネス情報を受信すればするほど自分の作業の邪魔になること」である. さらに, 顔を見られたくない, 部屋の中を見られたくないなどのプライベートな情報を隠したいという心理的な問題も存在する.

身振りが対面コミュニケーションにおいて重要な非言語情報を提供することはよく知られており, 身振りによって, 伝達される感情情報が数種類で表現できるといわれている [5]. 実際に, 能楽や文楽といった伝統芸能では, 身振りだけの演技で様々な感情表現が行われている. また, 表情は感情を最もよく伝える情報として知られているが, 一方で身振りは本当の感情を表現する要素として知られている [6]. そのため, 非言語情報を解釈する際には表情よりも身振りの方が重要視されることもある.

そこで, 我々は身振りなどの身体性を表現可能な人形を実物体に用い, その実物体の操作映像情報のみを遠隔地同士で共有することによって, プライバシーを保護しつつ, 遠隔会話の状況を可視化するシステムを提案する. 本研究では, 自然にアウェアネス情報が提供され, インフォーマルコミュニケーションが引き起こされる可能性を十分に持った対面環境に近い環境の実現を目指す.

2. 本研究の位置づけ

本研究の位置づけを図 1 に示す. アウェアネス情報を提供し, 対面環境のような臨場感を提供するテレプレゼンスシステムは多く存在する. しかし, 従来のテレプレゼンス



図 2: システム利用シーン

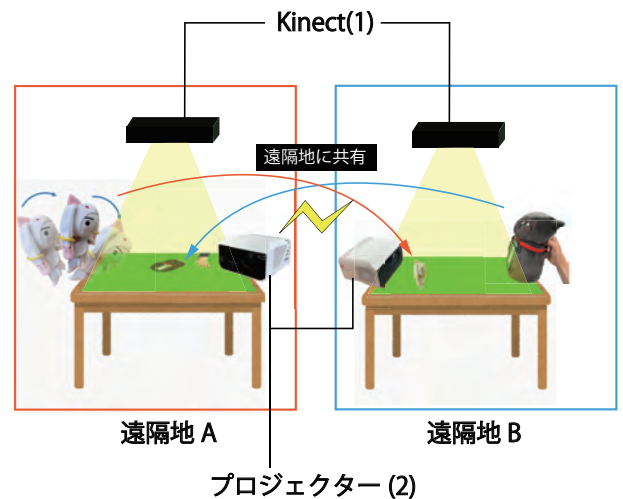


図 3: システム構成図

システムには、臨場感とプライバシーの保護の2つの観点において、トレードオフがある。映像システムでは、等身大画像などを用いることによって対面環境のように、自然にアウェアネスを感じることができ、自然なコミュニケーションを引き出すことは可能であるが、プライバシーが保護されない。また、ロボットやARアバターを用いたシステムでは、プライバシーは保護されるが、センサー情報の取得精度やアクチュエータなどの可動域の制限により、人間の身体性を十分に表現できず、アウェアネスを不自然に感じてしまう。本研究では、人間の身体性が表現可能な人形を実物体に用い、人形の操作映像のみを共有することで、プライバシーを保護しつつ、対面環境のように自然にアウェアネスを感じることが可能な環境の実現を目指す。

3. 関連研究

3.1 人形とコミュニケーションに関する研究

望月ら [7] は対面環境での協調学習に人形劇を用いることによって、インフォーマルな対話を引き出す効果があることを示唆している。また、伊藤ら [8] は対面環境において、人形操演による会話をチャットのみを用いた会話や通常の対面会話と比較した。その結果、人形操演による会話の場合において、表情が豊かになったり、与えられたテーマ以外においても積極的なコミュニケーションが行われたりしたことを観察し、人形操演が会話参加者同士を繋ぐ重要な働きを持っていることを示唆している。これらの研究結果から、人形が人間関係の形成に良い影響を与え、遠隔協調作業を円滑にする効果があると考えられる。よって、本システムでは操作する実物体に人形を使用する。

3.2 映像型アウェアネス情報提示システム

前田ら [9] は等身大映像を用いた視線一致型TV会議システムを開発した。しかし、このシステムでは、ユーザの立ち位置の自由度がなく、1つの固定カメラから映像を視聴することになるので、モナリザ効果³により、頭や視線などの正確な向きを伝えることが困難である。また、平田ら

[10] は同じ部屋にいるような空間を作り出すシステムとして、t-Roomを開発した。このシステムでは、相対的な位置関係や視線情報を十分に提供することが可能であるが、プライバシーを考慮しておらず、またシステム自体の規模が大きく、高コストである。本システムではプライバシーを考慮し、人形の操作映像情報のみを提示することによりアウェアネス情報を提供する。

3.3 ロボット用いたアウェアネス情報提示システム

森田ら [11] はロボットに人の頭の動きを反映させ、注目情報を伝達するシステムを開発した。また、Paul [12] らは遠隔操作ロボットの外観・振る舞いによって、ロボットを見ている人による操作者の個性知覚への影響を調査した。操作者の評価とロボットを見た人の評価を比較し、その結果、互いの評価に相関は見られなかったことが分かった。このことから、ロボットの動きの制限によって、非言語情報が欠落している可能性が示唆されている。ロボットを用いたシステムでは導入コストが高く、場所の制約があり、複数人での双方向コミュニケーションに向いておらず、また身体動作の再現性の問題により、動作に対する間違っ了解を与えてしまう可能性が高いと考える。本システムでは、腕、手による人形の身振り操作の映像を使用するので、提供する非言語情報の信頼性は十分にあると考えられる。

3.4 仮想アバターを用いたアウェアネス情報提示システム

福井ら [13] や林ら [14] は、アバターに視線情報・頭部の動きを反映させることで、ユーザの向いている方向を提示できるシステムを開発した。これらのシステムでは、ユーザの移動や動きへの自由度が制限され、非言語情報が欠落してしまう可能性が高くなってしまふ。また、荒牧ら [15] は実空間にユーザの実身体情報を反映したARアバターを重畳するシステムを開発した。このシステムでは、深度センサーなどの実身体情報の計測範囲に制限があり、また、その身体情報を仮想アバター情報に変換・適用することで、非言語情報が欠落し、自然にアウェアネスを感じることができなくなる可能性が十分に考えられる。仮想アバターを用いたシステムでは、臨場感の観点において、VR、MR、ARといった概念を用いるものがあるが、より高い臨場感を求めようとする、HMDなどの機器を装着しなければなら

³ モナリザ効果とは人の正面顔の二次元表示画像は、どの角度から見ても閲覧者自身を向いているように見える認知的な現象のことである。



図 4: 実物体操作映像情報の抽出の流れ

ず、ユーザへの負担が大きくなってしまいます。本システムでは、実際の人形の操作映像情報を表示するので、身体性の再現度の観点において、自然にアウェアネスを感じることが可能であり、腕、手による人形の操作や人形操作映像などのようなユーザへの負担が少ない直感的な操作情報・視覚情報を用いて、対面環境のような環境の実現を目指す。

4. 実物体の操作映像情報共有システム

4.1 システムの設計方針

本システムでは、操作する実物体に身振りなどの身体性が表現可能な人形を用い、その人形操作映像情報のみを遠隔地同士で共有し、図 2 のような実体のある人形と共有場に表示された遠隔地の人形の映像との自然なインタラクションが可能な対面環境に近い環境の実現を目指す。

4.2 システムに人形を使用する理由

以下に、本システムで実物体に人形を使用する理由を説明する。人形が以下の 3 つの特徴を持っていることから、人形の操作映像を共有することで、非言語情報を補完することができ、十分なアウェアネス情報の提供が可能だと考える。

(1) 身体性の保有

人形は人に近い見た目や身体性を有しており、人間の身代わりとして認識されやすい。

(2) 識別性の保有

人形は色や形状などの見た目が異なるものが数多く存在し、また人の趣味嗜好を反映している。よって、人形を人の代替に用いることで、各人形の操作者を識別できることが考えられる。

(3) 親しみやすさ

人形を介してコミュニケーションを行うことで、発言のハードルが下がり、コミュニケーションが円滑化する可能性がある [7][8]。

4.3 システムの構成

図 3 にプロトタイプシステムの構成を示す。まず、Kinect (図 3(1)) で人形の画像のみを取得する。その取得した操作映像情報を Socket 通信を用いて、遠隔地側に共有する。会話相手側の人形操作映像情報はプロジェクター (図 3(2)) で投影される。

4.4 システムの機能

以下にプロトタイプシステムに実装した機能について説明する。

(1) 人形画像の取得

人形の操作画像は Kinect を利用して、カラー画像情報と深度画像情報として取得している。この時、Kinect は利用者の広い操作範囲をカバーできるように、利用者を真上から見下ろすような位置⁵⁾に設置する。

(2) 人形画像のみの抽出

作業スペースの背景は変化することは無いので、Kinect から取得した深度画像を背景差分法⁶⁾を用いて、人形の操作映像情報のみの二値化画像を抽出している。その抽出した深度画像の画素に対応するカラー画像を表示する。その結果を図 4(1) に示す。

(3) ノイズの除去

図 4(1) のように、背景差分法で抽出した画素に人形画像以外の情報がノイズとして含まれていたため、抽出した人形画像を含んだ二値化画像に対して、膨張縮小処理をしてからカラー画像を表示している。その結果を図 4(2) に示す。

(4) 人形操作映像情報の共有

図 4(2) で抽出した人形のみの画素情報を UDP Socket 通信を用いて、遠隔地側に転送する。転送された情報はプロジェクターにより投影される。実際に人形の操作映像情報が投影された様子を図 2 に示す。

4.5 システムの利用想定場面

例えば、遠隔地同士で同じ資料を視聴・作成しながら、相手の作業風景が見えたり、注目している場所を把握できたりするような「インフォーマルな会話が発生する可能性を伴ったある程度フォーマルな会話・作業」の場面を本研究では想定している。現在、MMORPG など大規模多人数同時参加型のゲームのように遠隔地同士で各ユーザの身体的情報を持たないアバターたちによる協調活動は日常的に行われている。また、最近では、研究室の自席や自宅の自宅の机の上などの作業場に各々の嗜好を反映した人形やフィギュアを並べて置いていることが自然な事柄となってきた

⁵⁾ 机上から約 80cm の位置に設置している。

⁶⁾ このとき、背景差分で利用した閾値は 20mm とし、背景画像の深度画素値と人形操作画像の深度画素値との差が閾値以下のものを 1、閾値以上のものを 0 の深度二値化画像を作成した。

いる。これらのことから、将来的に人形が遠隔コミュニケーションにおけるユーザの代替となるのは不自然なことではないと考えられる。

5. おわりに

本研究では、遠隔地同士で人形の操作映像情報のみを共有することによって、プライバシーを保護しつつ、遠隔会話の状況を可視化することで、アウェアネス情報が提供可能なシステムを提案し、プロトタイプシステムを構築した。

今後は、本システムを使用することで遠隔コミュニケーションにおいてどのような影響があるのかを検証していくことを考えている。

参考文献

- [1] 岡田謙一, 市村哲, 松浦宣彦: グループウェアにおけるコミュニケーション支援, 情報処理学会誌, Vol.34, No.8, pp.1028-1036 (1993).
- [2] Albert Mehrabian 著, 西田司, 津田幸男, 岡村加輝人, 山口常夫 共訳: 非言語的コミュニケーション (1986).
- [3] 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-, オーム社 (1994).
- [4] Scott E.Hudson, Ian Smith: Techniques for Addressing Fundamental Privacy and Disruption Tradeoffs in Awareness Support Systems, Proceedings of ACM International Conference on Computer supported cooperative work, ACM, pp.248-257 (1996).
- [5] 益谷真, 莊厳舜哉: 手の動きに含まれる情動情報の検討, 心理学研究, Vol.60, No.3, pp.141-147 (1989).
- [6] Paul Ekman, Wallace V. Friesen: Detecting deception from the body or face, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.29, pp.288-298 (1974).
- [7] 望月俊男, 佐々木博史, 脇本健弘, 平山涼也, 久保田善彦, 鈴木栄高幸: ロールプレイを活性化する触媒としての人形劇: 多様な視点からの洞察を促すための対面協調学習環境, 日本教育工学会論文誌, Vol.37, No.3, pp.319-331 (2013).
- [8] 伊藤宏行, 蓮見孝: 人形操演を使用したコミュニケーションに関する研究, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, 日本デザイン学会 第52回研究発表会, pp.124-125 (2005).
- [9] 前田典彦, Giseok Jeong, 市川祐介, 岡田謙一, 松下温: MAJIC: 場の雰囲気重視したTV会議, 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), pp.57-64 (1994).
- [10] 平田圭二, 原田康德, 高田敏弘ほか: 遠隔ビデオコミュニケーションシステムのための仮想共有面の実装方式, GNWS2007, pp.119-124 (2007).
- [11] 森田友幸, 間瀬健二, 平野靖, 岡留剛: ヒューマノイドロボットを用いた遠隔コミュニケーションにおける注目伝達, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3849-3858 (2007).
- [12] Paul Bremner, Oya Celikutan, Hatice Gunes: Personality Perception of Robot Avatar Tele-operators: IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), pp.141-148 (2016).
- [13] 福井健太郎, 喜多野美鈴, 岡田謙一: 仮想空間を使った多地点遠隔会議システム: e-MulCS, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.11, pp.3375-3384 (2002).
- [14] 林佑樹, 小尻智子, 渡邊豊秀: 貢献への気づきを反映した議論支援インターフェース, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.4, pp.1461-1471 (2012).
- [15] 荒牧怜奈, 村上真: AR Woz システムの構築と対話に適したユーザとARキャラクタの位置関係の分析, HAIシンポジウム, Vol.112, No.412, pp.31-36 (2012).