

物理的なアバタを用いたアウェアネス支援のための オフィス環境における対話開始場面の調査

田之頭 吾音^{1,a)} 川口 一画^{2,b)}

概要：我々は先行研究において、作業中の遠隔二者間の対話生起を目的に、物理アバタを用いてユーザの視線をアウェアネス情報として相互に伝達するシステムを提案した。提案システムでは、視線の検出および提示が可能な物理アバタを用いて視線を伝達し合い、アバタを介して遠隔地間において相互注視が行われた場合に音声通話を開始する機能を実装した。ただし、話しかけとその受理に関する視線以外の情報は共有されないことから、話しかける前の相手の作業状況（作業への集中度）が分からず、相手が応答可能であるタイミングが分からなかった。そこで本研究において、提案システムを拡張し相手の集中度を提示する手法を提案する。集中度の提示手法の設計にあたり、対面での作業中に対話が開始する際の行動を調査した。調査では、研究室において作業中の様子を撮影し、対話が開始される前の行動を分析した。分析結果より、対話開始時には、話の受け手が作業対象物に向かいつつ背もたれに寄りかかる姿勢を取る場面が見られた。本結果から、物理アバタの周辺に作業対象物を物理的なアイコンとして配置し、アイコンに対する姿勢の変化を用いて相手の集中度を表現する手法を提案する。

1. はじめに

テレワークのような遠隔作業中には、インフォーマルコミュニケーションは生じられにくいという課題がある [1]。インフォーマルコミュニケーションは、日時や議題があらかじめ決まっておらず、偶発的に発生するコミュニケーション形態である [2]。インフォーマルコミュニケーションにより創造性が高められること [3] の他、会議室の外のインフォーマルコミュニケーションにより実際の決定がなされると言われること [4] から分かるように、インフォーマルコミュニケーションは労働する上で重要な役割を果たす。そのため、遠隔地間においてインフォーマルコミュニケーションを生起させるためのアウェアネス支援システムの研究が行われてきた [5–8]。アウェアネスとは、Dourish ら [9] により「自分自身の活動の背景となる他者の活動の理解」と定義されている。遠隔作業者のアウェアネスを支援することにより、相手の応答可否をあらかじめ知ることが可能になり、話しかける行為の心理的負担が軽減されることが期待される。既存のアウェアネス支援システム [5, 6] では、限られた状態（応答可否、在否）しか提示できなかった。これに対し、遠隔作業者の忙しさや集中度のような、

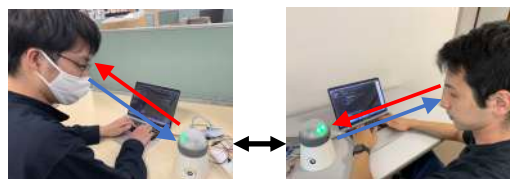


図 1: 我々の先行研究における提案システムを使用している様子。遠隔地間において物理アバタを用いて視線のやり取りを行い、相互注視が行われた場合音声通話を接続する。

より詳細な状態を提示するアウェアネス支援システム [7, 8] は、ビデオを用いる必要があるため、プライバシーの問題が発生する [10]。そこで我々は先行研究 [11] において、限られた状態（応答可否、在否）を提示するシステムよりも詳細な状態を、ビデオを用いることなく提示するシステムを提案した。先行研究においては、作業中の遠隔対話の生起支援を目的に、視線を相互に伝達する物理的なアバタ（以降、物理アバタ）を用いて詳細な状態を提示することにより、遠隔対話の生起を支援するシステムを製作した（図 1）。提案システムは、対話の開始において視線が重要な役割を果たすという社会学的知見 [12] に基づき、物理アバタを用いて遠隔地間において視線を相互に伝達し、物理アバタを介して相互注視が行われた場合、音声通話を開始する。提案システムを用いて実験を行った結果、相互注視を用いることにより、話しかける行為の心理的負担の低減に有効であることが示唆された [11]。

¹ 筑波大学情報理工学位プログラム

² 筑波大学システム情報系

^{a)} tanokashira@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

^{b)} kawaguchi@cs.tsukuba.ac.jp

一方、提案システムは、対話の開始場面における視線のやり取りに着目したものであり、提示される情報は話しかけとその受理に関する視線のみであった。そのため、話しかける前に相手の作業への集中度が把握できず、相手が応答可能であるタイミングが分からなかった。

そこで本研究では、提案システムを拡張し、対話開始前における相手の作業への集中度を提示する手法を提案する。作業への集中度を提示する手法の設計にあたり、対面における作業中に対話が開始する前の行動を調査した。調査においては、研究室において作業中の様子を動画撮影し、分析した。分析の結果、対話開始前には、話の受け手が作業対象物に向かいつつ背もたれに寄りかかる姿勢を取る場面が見られた。そして分析結果をもとに、提案システムを用いて相手の作業への集中度を提示する手法を提案する。

2. 関連研究

本章では、対話の開始に至るアウェアネス支援システムの関連研究について述べた後、我々が先行研究にて制作したシステムおよびその課題を説明する。そして、作業への集中度を伝達するアウェアネス支援システムの関連研究を示す。

2.1 対話の開始に至るアウェアネス支援システム

本節では、対話の開始に至るアウェアネス支援システムを示す。遠隔地間において対話を開始するためには、相手が対話に応答できるかを知る必要がある。そこで、あらかじめ相手の応答可否を伝達するアウェアネス支援システムが開発されている。既存のアウェアネス支援システム [5,6] では、応答可否や在否といった限られた状態しか伝達できなかった。これに対し、対面状況では非言語情報により、話しかけたい度合いや作業への集中度等の、より詳細な状態が表出される [13,14] と言われている。そこで、より詳細な状態を提示するアウェアネス支援システム [7,8] が提案されてきたが、ビデオを用いる必要がある。プライバシーの問題が発生した [10,15]。これに対し我々は先行研究 [11] において、ビデオを用いずに詳細な状態を提示するアウェアネス支援システムを提案した。

2.2 物理アバタの視線を用いたアウェアネス支援システム

本節では、我々の先行研究における提案システムを示す。なお提案システムについては [11] にて詳細を述べており、本論文においては簡単な概要を述べる。

提案システムでは、対面状況において非言語情報により提示される詳細な状態を、ビデオを用いずに提示する。そのために、物理アバタを介して視線を相互に伝達するシステムを実装した。提案システムは、人間が対話を開始する際に視線が重要な役割を果たすという社会学的知見に基づき、対話の開始に至る視線のやり取りを物理アバタを用い

て再現する。人間同士の対話の開始において、視線は重要な役割を果たしており、相互注視は対話開始の合図となると言われている [12,16,17]。そこで提案システムでは、遠隔作業者の各環境に物理アバタを配置し、物理アバタを介して視線を相互に伝達する (図 1)。物理アバタは、視線の検出及び表現が可能であり、遠隔地間における視線の伝達および音声通話が可能である。例として、作業者が物理アバタに視線を送った場合、遠隔作業側側の物理アバタが遠隔作業者に視線を送る。そして、各遠隔作業者が物理アバタに視線を送り、物理アバタを介して相互注視が行われた場合に音声通話を接続する。また、提案システムが、遠隔対話の生起支援に有用かを検証する実験を行った。実験では、話しかける行為の負担を軽減できるかを調査した。実験の結果、提案システムは話しかける行為の心理的負担の低減に効果的であることが示唆された。

提案システムは、対話の開始場面における視線のやり取りに着目したものであり、伝達される情報は話しかけとその受理に関する視線のみであった。そのため、話しかける前の相手の作業への集中度は伝達されず、相手が応答可能であるタイミングが分からなかった。これに対し対面状況においては、相手の作業への集中度が非言語情報により表出される [13,14] と言われている。そのため相手の作業への集中度を把握した上で、その集中度に応じて話しかける判断が可能になる。そこで本研究では、提案システムを拡張し、対話の開始場面の相手の作業への集中度を提示する手法を提案する。

2.3 相手の作業への集中度を提示するアウェアネス支援システム

本節では、相手の作業への集中度を提示するアウェアネス支援システムを示す。清水ら [18] は、同空間にいる作業者の集中度を、人や動物のキャラクタが動く速度により共有するシステムを提案した。しかし、共有される集中度は予め決められた動きの速度 (人が手を上下させる速度、鳥が羽を羽ばたかせる速度) のみであり、対面状況において表出される詳細な集中度の提示ができなかった。Honda ら [19] は、作業者の集中度に応じてアウェアネス情報を共有する仮想オフィス環境を提案した。沼田ら [20] は、分散勤務環境において、各作業者が互いのステータスを共有するためのウェブベースツールを開発した。これらのシステムは、分散勤務環境にいる作業者が互いの作業への集中度を把握することを可能にする一方、ビデオを用いる必要がある、プライバシーの問題が生じる。

本研究では我々の先行研究 [11] を拡張し、遠隔地間においてビデオを用いず相手の詳細な作業への集中度を提示する手法を提案する。そのためまず、物理アバタを用いた作業への集中度の提示手法を設計するにあたり、対面状況での作業中において、対話が開始する前の行動を調査した。

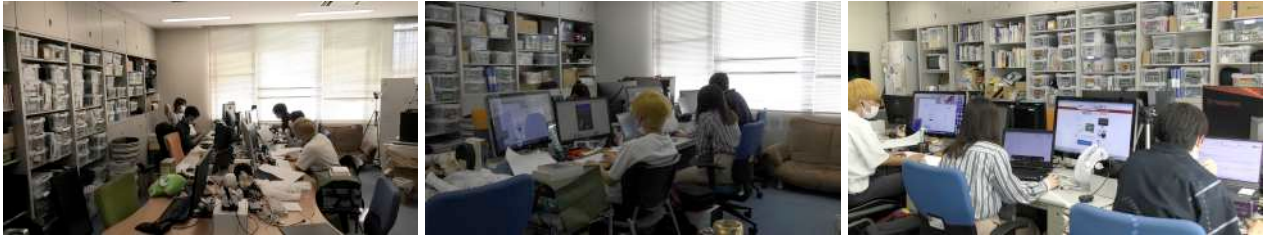


図 2: 撮影した研究室の様子. 3 台の各ビデオカメラから撮影した様子を示す. 左から図 3 におけるビデオカメラ 1, 2, 3 の順である.

3. 対話開始場面の調査

本研究では、作業中の実際の行動から、物理アバタを用いた作業への集中度の提示手法に適したユーザの行動を選定することを目的に、対面状況での作業中における対話が始まる前の行動を調査し、分析した. 調査にあたっては、研究室内において撮影対象者の作業中の様子を動画撮影し、分析した. 本章では、調査のための動画撮影方法、動画分析方法、および分析結果を示す.

3.1 動画撮影方法

対面状況における対話開始場面の行動を調査するため、研究室内において作業中の様子を動画撮影した. 本調査では、撮影した動画から、特徴的な対話開始場面を選定し、対話開始前にどのような行動をするか、また作業への集中度がどのように表出されているかを調査する. そして選定した対話開始場面の行動をもとに、物理アバタを用いた作業への集中度を提示する手法の設計指針を策定する. 提案システムは、テレワーク中および分散勤務環境における使用を想定しているため、オフィス環境として研究室を撮影対象とした. 実際に撮影した研究室の様子を図 2 に示す. また、研究室のデスクおよびカメラ配置を図 3 に示す. 研究室内のデスク配置は、2 台の向かい合ったデスクが 4 対横並びになっており、計 8 台のデスクが配置されている. 撮影には 3 台のビデオカメラを用い、複数の角度から撮影を行った. またビデオカメラには指向性のあるマイクを装着し、撮影対象者の対話の有無を録音できるようにした. 撮影対象となった人数は 5 人であり、全員が大学生もしくは大学院生であり、男性 4 名、女性 1 名であった. 撮影時間は 8 時間で、午前 10 時から午後 6 時までだった.

3.2 動画分析方法

分析において、撮影した動画から対話開始場面を抽出し、対話開始前の行動および作業への集中度の表出のされ方を分析した. 対話開始場面の抽出にあたっては、動画内の撮影対象者の行動および録音した音声データの波形から、明らかに対話が始まったと著者が判断した瞬間の前後を含む

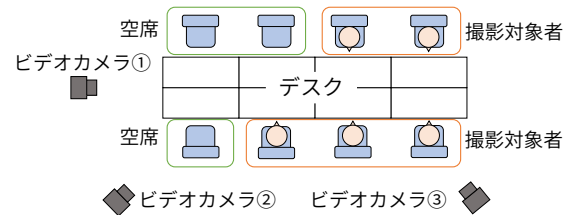


図 3: 動画撮影を行った研究室の環境. 3 台のビデオカメラを用いて撮影を行った. 計 8 台のデスクが並んでおり、動画撮影時には 3 席が空席であり、5 人を撮影対象者とした.

場面对話開始場面とした. 分析は elan^{*1}を用いて行った. elan は、動画および音声データに対し注釈を作成できるアノテーションツールである. そして抽出した対話開始場面から、対話開始前に作業者の集中度が表出されていたと思われる場面を 1 つ選定した. 対話開始場面の中で、物理アバタによる集中度の表現に最も適していると考えられる場面の行動をそのままシステム反映させるため、選定場面を一つとした. 選定にあたっては、対話開始場面のうち、提案システムの目的であるインフォーマルコミュニケーションの生起に関わる場面を対象とした. 具体的には、相手が作業中に割り込んで話しかける、または質問をするといった、相手の集中度に関わらず明確な意図を持った対話の開始場面については選定対象外とした. 選定場面の判断にあたっては、ある撮影対象者が集中していないことが明確に示され、それをきっかけに対話が発生した場面を選定した. そして選定した場面をもとに、物理アバタを用いて作業への集中度を表現するための設計指針を立てた. なお、本調査においては実際の対話開始場面の行動から、物理アバタを用いた集中度の提示手法に適したユーザの行動を選定することを目的としているため、定量的な調査は行っていない.

3.3 動画分析結果

本調査において取り上げた対話開始場面を図 4 に示す. 通常、作業を行っている状況においては、各作業者は自身の PC に向かい作業を行っている (図 4 (a)). これに対し、中央の席に座っている受け手が背もたれに寄りかかり、リ

^{*1} <https://archive.mpi.nl/tla/elan>

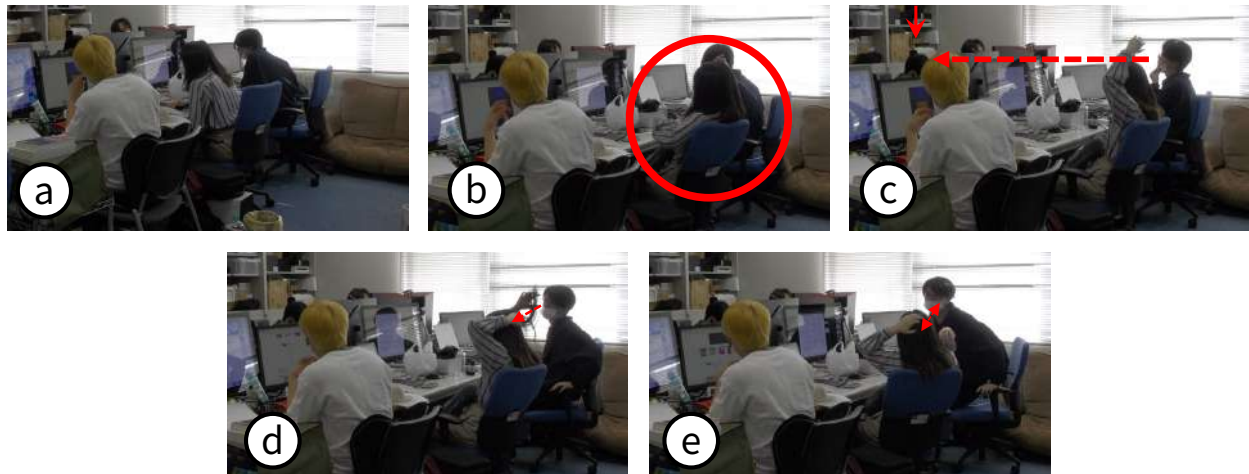


図 4: 本調査において選定した対話開始場面の流れ (a) 作業中の様子. 各作業者は PC に向かい作業を行っている. (b) 受け手が背もたれに寄りかかった様子. キーボードやマウスの操作は行っておらず, リラックスしている様子が見られる. (c) 話し手が対面の作業者の様子を確認する様子. これに対し, 対面の作業者はデスクに向かい, 前のめりの姿勢にて作業を行っている. (d) 話し手が隣のデスクの受け手の方に身体を向ける様子. 受け手は背もたれに寄りかかっている. (e) 話し手が受け手に声をかける様子. 受け手は声掛けに応答し, 身体を話し手の方に向け, 対話が始まった.

ラックスしている状況が見られた (図 4 (b)). この時, 受け手は背もたれに寄りかかりキーボードやマウスを操作していなかった. 次に, 図 4 (c) に示すように, 話し手は対面のデスクにいる別の作業者の様子を確認したが, 作業者は PC に向かい, 前のめりの姿勢において作業を行っていたため, 話し手は対話を開始しようとしなかった. そして話し手は, 背もたれに寄りかかっている隣のデスクの受け手に身体を向け, 受け手がリラックスしている様子であることを確認した (図 4 (d)). その後, 受け手に声をかけ, 受け手が話し手の方へ身体を向け応答し, 対話が始まった (図 4 (e)). この場面から話し手は, 背もたれに寄りかかり PC を用いた作業をしていない状態である受け手が応答可能であると判断したと考えられる. 以上のことより, 受け手が「作業対象物からのけぞり, 背もたれに寄りかかった姿勢」を作業に集中していない状態とした.

一方, この姿勢の変化は異なる文脈においては異なる意味を持つ可能性がある. Salvadori [12] によれば, ある文脈の中で行われる特定の行為は, その文脈に依存しており, 文脈が異なる場合, その特定の行為は異なる意味を持ち得ると言われる. 今回の調査の場合, 受け手の姿勢の変化はオフィス環境においてデスク上の PC に向かって作業を行っている文脈の中で行われた行為である. そのため PC からのけぞるように椅子に寄りかかった姿勢が作業に集中していない姿勢と解釈された可能性がある. すなわち, 今回の姿勢の変化を伝達するためには作業対象物に向かい, 作業中であるという文脈を伝達する必要があると考えられる. そこで物理アバタに加え, 作業対象物を表現するための物理的なアイコンを用いることにより, 作業対象物に対する姿勢の変化を表現する手法を提案する.

4. 提案手法

本研究では, 対話開始場面の分析結果に基づき, 先行研究における [11] 提案システムを拡張し, 受け手の作業への集中度を提示する手法を提案する. 本章において, 提案手法の設計指針および実装方法を示す.

4.1 設計指針

本節では, 動画分析結果に基づき, 物理アバタの姿勢を用いて, 相手の作業への集中度を提示する手法の設計指針を示す. なお, 使用する物理アバタは先行研究 [11] において作製したものを拡張する. 先行研究における物理アバタは, 視線の検出及び表現が可能であり, 遠隔地間における視線の伝達および音声通話の機能を有している. そして遠隔地間において物理アバタを介して相互注視が行われた場合に音声通話を自動接続する. 本研究においては, この機能は保持しつつ, 新たに遠隔作業者の姿勢を表現する機能を追加する手法を提案する.

提案手法では, 物理アバタの周りに作業対象物 (PC) の物理的なアイコン (以降, 物理アイコン) を配置し, 遠隔地の相手の作業対象物に対する姿勢を物理アバタを用いて表現する (図 5). 遠隔作業者が作業に集中し, PC に向かっている場合, 物理アバタの身体を物理アイコンに向ける. さらに, 遠隔作業者が PC に向かって前のめりになり作業に集中している場合, 物理アバタの姿勢も物理アイコン方向に傾ける. これに対し, 遠隔作業者が椅子にもたれかかり, PC からのけぞっている場合, 物理アバタを物理アイコンに対してのけぞらせる方向に傾け, リラックスしている状態を表現する. 以上のように物理アイコンに対して物

理アバタの姿勢を傾けることにより、遠隔作業者の作業への集中度を表現する。

提案手法の実現にあたり、web カメラから作業者の姿勢を推定し、数値情報のみを遠隔地に送信する。そして遠隔地から送られた姿勢の数値情報を受信し、物理アバタにより遠隔作業者の姿勢を表現する。姿勢の数値情報の送受信を遠隔地間において相互に行い、ビデオを用いずに互いの作業への集中度を伝達し合う。

4.2 実装

4.2.1 ハードウェア実装

提案システムの構想を図 6 に示す。先行研究における物理アバタでは、視線を表現するため 2 つのサーボモータおよびフルカラー LED を用いており、Arduino UNO を用いて制御を行った。2 つのサーボモータにより、pan-tilt 方向各 1 自由度の動作が可能である。また、物理アバタ本体を介して音声通話を行うために、物理アバタに小型スピーカを搭載している。物理アバタの筐体は 3D プリンタによって作製し、全高は約 180 mm とした。さらに、視線検出のため、OMRON 社の HVC-P2 (広角検出タイプ)*2 を搭載している。

本研究においてはこの物理アバタを拡張し、姿勢の制御のために、足元に 2 つのサーボモータを取り付け、pan-tilt 各 1 自由度の動作を行う。これにより、物理アイコンに対して前後方向 (前のめり、のけぞり) の表現および身体の向きの表現を行う。サーボモータの制御には Arduino UNO を用いる。

また、作業者の姿勢検出にあたっては、web カメラを用いて姿勢推定を行う。姿勢推定の手法については、4.2.2 節にて後述する。さらに姿勢推定と同時に、顔向き推定を行うことにより、視線方向の伝達を行う。これにより、我々の先行研究 [11] において用いていた視線検出用のカメラを必要とせず、姿勢および視線検出が可能になる。

さらに物理アバタの筐体に、足元にモータを装着する機構を追加する。本機構の作製には 3D プリンタを用いる。

4.2.2 ソフトウェア構成

先行研究の物理アバタでは、SkyWay*3を用いることにより、遠隔地間における視線情報の送受信および音声通話を行っている。SkyWay は遠隔地間において音声通話およびデータの送受信が可能な SDK である。SkyWay を用いて受信した視線情報および視線検出用カメラから検出した作業者の視線情報をもとに、相互注視が行われていると判定した場合に音声通話を接続する。また、検出した作業者の視線情報をシリアル通信を用いて Arduino Uno へ送信することで、物理アバタによる遠隔作業者の視線を表現する。

本研究においては、このシステムを拡張し、姿勢推定を

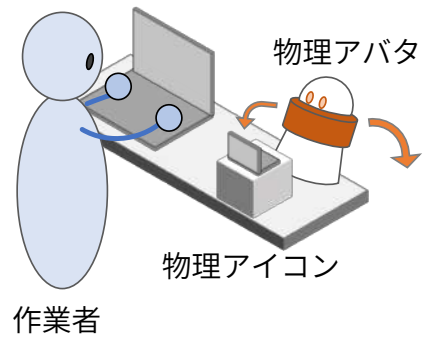


図 5: 提案手法のイメージ。遠隔作業者の作業対象物に対する姿勢を物理アバタを用いて表現する。作業対象物を表現するために、物理アイコンを用いる。物理アイコンに対する物理アバタの姿勢を変化させることにより、遠隔者の作業への集中度を表現する。



図 6: 物理アバタの作製イメージ図。左図に物理アバタの姿勢が傾いていない状態を示す。右図に物理アバタの姿勢がのけぞる方向に傾いている状態を示す。

行う。姿勢推定には Mediapipe*4を用いる。Mediapipe は Google によって提供されているオープンソースの ML ソリューションであり、web カメラから作業者の 3 次元姿勢推定および顔向き推定が可能である。そのため、提案システムでは視線検出用カメラによる視線検出は行わず、Mediapipe を用いて視線推定を行う。これにより、作業者の姿勢および顔向きの数値情報のみを取得し、遠隔地間で送受信する。姿勢および顔向きの数値情報の送受信には SkyWay を用いる。そして SkyWay を用いて受信した姿勢情報および視線情報をシリアル通信を用いて Arduino Uno へ送信することで、物理アバタの姿勢および視線を表現する。

5. 今後の展望

本章において、提案システム実装後の展望を述べる。

*2 <https://plus-sensing.omron.co.jp/product/hvc-p2.html>

*3 <https://webrtc.ecl.ntt.com/>

*4 <https://mediapipe.dev/>

5.1 評価実験

提案システム実装後は、実際の作業中に使用する評価実験を行う予定である。評価実験においては、提案システムの特徴である人間が用いる非言語情報による表現（視線、姿勢の変化）を用いたアウェアネス支援の効果調べるため、テキストを用いたアウェアネス支援システム（言語情報を用いたシステム）や、ライトの点灯を用いたアウェアネス支援システム（非言語情報を用いる一方、記号化された情報を提示するシステム）との比較が考えられる。それらのアウェアネス支援システムと比較し、提案システムにより相手の集中度を提示した場合の印象評価や、対話の生起回数の評価を行う。他にも、姿勢を提示することによるテレプレゼンスの評価、相手の作業への集中度をどれだけ把握できたか（正しく相手の集中度が把握できたか、把握し続けられたか、相手の状況が即座に判断できたか等）の評価、および作業の妨げにならないかの評価等を行う余地もあると考えている。

5.2 姿勢による表現の多様化

現在想定している姿勢の変化は、リラックス時に物理アイコンからのけぞる、集中時に物理アイコンに身体を向ける、もしくは前のめりになる動きである。一方、実際のオフィス環境においては、作業対象物に対して前後方向の姿勢の変化（前のめり、のけぞり）のみでなく、椅子を回転させ、体の向きを変える動きも想定される。このようなユーザの身体の回転を設計に取り込むことにより、作業への集中度の表現の幅を広げられる可能性を考えている。

6. おわりに

本研究では、我々の先行研究 [11] を拡張し、物理アバタを用いて相手の集中度を提示するための設計指針を得るために、オフィス環境における対話開始場面の行動を調査した。調査結果より、以下の設計指針を立てた。

- リラックス時には背もたれに寄りかかり作業対象物に対してのけぞる姿勢を取る
- 集中時には作業対象物に対し正対した姿勢を取る

ただし、オフィス環境下での作業中の文脈における姿勢の変化であることを伝達する必要がある。上記の設計指針より、作業対象物となる物理アイコンを配置し、物理アイコンに対する物理アバタの姿勢の変化を用いて相手の集中度を提示する手法を提案した。今後は実装を完了させ、評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 広明敏彦, 國枝和雄, 宮井均: 遠隔インフォーマル会話におけるアウェアネス支援, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 1994, No. 96 (1994-HI-057), pp. 33–40 (1994).
- [2] Daft, R. L. and Lengel, R. H.: Information richness. A

- new approach to managerial behavior and organization design, Technical report, Texas A and M Univ College Station Coll of Business Administration (1983).
- [3] 沼中秀一, 高橋祐樹, 天野健太郎, 谷 英明, 加藤信介, 高橋幹雄: 知的生産性向上を目指した執務空間における外部の自然環境の導入効果に関する実態調査, 空気調和・衛生工学会論文集, Vol. 41, No. 229, pp. 1–14 (2016).
 - [4] Egidio, C.: Video Conferencing as a Technology to Support Group Work: A Review of Its Failures, *Proceedings of the 1988 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work, CSCW '88*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 13–24 (online), DOI: 10.1145/62266.62268 (1988).
 - [5] Kuzuoka, H. and Greenberg, S.: Mediating awareness and communication through digital but physical surrogates, *CHI'99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 11–12 (1999).
 - [6] Greenberg, S.: Peepholes: Low cost awareness of one's community, *Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*, pp. 206–207 (1996).
 - [7] Dou, M., Shi, Y., Frahm, J.-M., Fuchs, H., Mauchly, B. and Marathe, M.: Room-sized informal telepresence system, *2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW)*, IEEE, pp. 15–18 (2012).
 - [8] Roussel, N., Evans, H. and Hansen, H.: MirrorSpace: using proximity as an interface to video-mediated communication, *International Conference on Pervasive Computing*, Springer, pp. 345–350 (2004).
 - [9] Dourish, P. and Bly, S.: Portholes: Supporting awareness in a distributed work group, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 541–547 (1992).
 - [10] Neustaedter, C., Greenberg, S. and Boyle, M.: Blur Filtration Fails to Preserve Privacy for Home-Based Video Conferencing, *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol. 13, No. 1, p. 1–36 (online), DOI: 10.1145/1143518.1143519 (2006).
 - [11] Tanokashira, A., Kawaguchi, I., Shizuki, B. and Takahashi, S.: Supporting the Initiation of Remote Conversation by Presenting Gaze-Based Awareness Information, *Collaboration Technologies and Social Computing* (Hernández-Leo, D., Hishiyama, R., Zurita, G., Weyers, B., Nolte, A. and Ogata, H., eds.), Cham, Springer International Publishing, pp. 109–116 (2021).
 - [12] Salvadori, F. A.: Open office interaction : initiating talk at work(Doctoral dissertation), *King's College London* (2016).
 - [13] Mehrabian, A.: Significance of posture and position in the communication of attitude and status relationships., *Psychological bulletin*, Vol. 71, No. 5, p. 359 (1969).
 - [14] Tsuruoka, H., Koyama, K., Shirakashi, Y. and Yairi, I.: Ambient system for encouraging autonomous learning using cushion shaped device, *D-Abstracts of IE-ICE TRANSACTIONS on Information and Systems (Japanese Edition)*, Vol. 100, pp. 36–46 (2016).
 - [15] Neustaedter, C., Greenberg, S. and Boyle, M.: Balancing privacy and awareness for telecommuters using blur filtration (2003).
 - [16] Kendon, A.: *Conducting interaction: Patterns of behavior in focused encounters*, Vol. 7, CUP Archive (1990).
 - [17] Heath, C. and Christian, H.: *Body movement and speech in medical interaction*, Cambridge University Press (1986).
 - [18] 清水 健, 山下邦弘, 西本一志, 國藤 進: キャラクタ

エージェントを用いた個人作業状況ウェアネスを提供するシステムの構築, 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI04, pp. 22–22 (オンライン), DOI: 10.11517/pj-sai.JSAI04.0.22.0 (2004).

- [19] Honda, S., Tomioka, H., Kimura, T., Oosawa, T., ichi Okada, K. and Matsushita, Y.: A company-office system “Valentine” providing informal communication and personal space based on 3D virtual space and avatars, *Information and Software Technology*, Vol. 41, No. 6, pp. 383–397 (オンライン), DOI: [https://doi.org/10.1016/S0950-5849\(98\)00070-6](https://doi.org/10.1016/S0950-5849(98)00070-6) (1999).
- [20] 沼田剛明, 比嘉邦彦: 分散勤務者のコミュニケーション支援ウェブベースツール「C-WORK」(論文部門, 躍動へ〜グローバル化する東京から新しいワークスタイルの発信〜), 日本テレワーク学会研究発表大会予稿集, Vol. 16, pp. 41–45 (2014).