

Moview: 遠隔地の対話者の視線を提示するシステム Moview: A Telecommunication System that Synchronizes a Display with Remote Gaze

1B3-2

久保 政斗
Masato Kubo

寺村 涼
Ryo Teramura

尾形 正泰
Masa Ogata

今井 倫太
Michita Imai

慶應義塾大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University

In a remote communication through a display, users have to stand in front of their display, and they can communicate each other within only a size of our display. This paper proposes Moview is a system that synchronizes the gaze of a remote person to a display. Moview has a display synchronizing with a movement of a remote person. By tracking the movement of a remote person via Kinect, Moview determines the display pose with three motors. We conducted an experiment to confirm that this system releases users from a constraint that a user have to be in front of our display, users are easily able to communicate with a remote person, and a remote person and a local person can make a gaze an object conjugationally.

1. まえがき

遠隔コミュニケーションにおいて遠隔地の対話者の動きとユーザの部屋のディスプレイを連動させることで、対話者の視線を提示するテレコミュニケーションシステム Moview(ムービュー)を提案する。対話者の視線をディスプレイに反映させる利点は2つである。1つは遠隔コミュニケーションにおいて、ユーザはディスプレイの前にいる必要があるという位置制約がなくなることである。ユーザがディスプレイの画面を注視しなくても、ディスプレイの動作によってユーザは対話者の視線の有無を認識できるためである。ユーザに対話者の視線を認識させることで、ユーザにとって対話者の存在感が高まりコミュニケーションを開始しやすくなる。もう1つはディスプレイのサイズという制限を超えた対話が可能であることである。対話者は遠隔地のディスプレイを可動させることで、画面の縁に隠れている空間全体の様子を見ること、対話者の空間への注視が可能になる。そのため、遠隔のユーザはシステムを通して対話者との共同注視が可能になる。

今日の遠隔コミュニケーションには、Skypeが代表的なアプリケーションとして用いられている。Skypeは対面会話を支援するアプリケーションであり、安価で対面会話をを行う上では非常に有効である。しかしSkypeは必要な時のみ対面会話をを行うため、対面会話を始める前に相手の状況の確認が行えない。対話者の状況の確認が行えないシステムは重要性の低い(気軽な)コミュニケーションを行うには不向きであると考えられる。

Moviewはディスプレイを用いた対面会話をを行うシステムである。また、自身の状況を伝えるためディスプレイの可動による視線の提示を行う。視線を提示することで、対話者はユーザの空間に対する興味を示す。また遠隔地同士の映像を常時出力することで相互の部屋の状況を常時伝える。用いられる場所として2つの部屋を想定し、常時接続された2台のディスプレイをそれぞれの部屋に設置する。具体例としては、一人暮らしの家の実家、会社の会議室とデスク、保育園と親の勤務地などが考えられる。ディスプレイの映像をみることで、ユーザは対話者との対面会話が行え、対話者の部屋の状況をいつでも詳しくみることができる。通常視線の提示方法は顔認識により顔の方向をディスプレイと連動させることが考えられる。しかし遠隔コミュニケーションを行う場合、対話者は常にディスプレイに注目している。顔の向きが変わらないため、身体の前左右の動きとディスプレイを連動させることで対話者は不自由なく遠隔地の部屋全体の観察ができる。Moviewで用いる可動型ディスプレイは3つのモー

タによる3軸の制御を使い、遠隔地の対話者の前後左右の動きに連動する。またディスプレイの画面には遠隔地の映像を常時表示させる。

実験では被験者に可動型ディスプレイの設置された部屋で荷物整理のタスク5つ行ってもらった。5つのタスクにはそれぞれ実験者への質問を必要とする箇所を用意した。実験内容は、可動型ディスプレイを動かさない場合と、実験者の動きに連動させる場合で操作内容を分けた。被験者が遠隔地の実験者に対し質問をするまでの時間と、質問回数を比較した。可動型ディスプレイを使用した場合はディスプレイを動かさない場合に比べ、実験者への質問までの時間が平均的に大きく短くなり、質問回数は増加した。またユーザとの共同注視が確認された。そのため対話者の動きとディスプレイの動きを連動させたディスプレイの場合では視線提示により遠隔地へのコミュニケーション開始をする動機が高まったこと、タスク処理におけるユーザと共同注視が行えることが示された。

2. 先行研究

2.1 遠隔コミュニケーション

ここでは遠隔コミュニケーションを、対面会話の有無に関係なくユーザの状態を対話者に伝えるコミュニケーションと定義する。日常のコミュニケーションにおいて互いの状態に関する情報の共有は、認知心理学の分野でも重要であると指摘されていることである[松尾 99]。さらに[望月 他 07]によれば、家族間で常時接続型コミュニケーションを行うと、対話者の状態情報を伝えるデバイスの種類にかかわらず対面コミュニケーションが行われることが明らかとなっている。すなわち親しい間柄である場合、対話者とコミュニケーションがとれる状態を維持することで自然とコミュニケーションが発生することが示されている。しかし家族間以外での実験が行われていないため、ほかの関係ではどのような結果となるか明らかになっていない。またディスプレイに表示される情報を常に認識するためには、ユーザは常にディスプレイの前で情報を確認しなければならない。

2.2 可動型ディスプレイ

テレコミュニケーションシステムにおける可動型ディスプレイの重要性は、人の動きとディスプレイの動きを連動させることで会話内容の理解が深まることを実証している[Sirkin et al. 12]の研究でも示されている。[大塚 他 12]では頭部運動に連動するスクリーンを用いて複数人での対面会話環境を遠隔地に再構築す

る研究を行っている。また遠隔コミュニケーション以外での可動型ディスプレイの使用例としては人の首の動きを模擬する 3 軸のモータの可動型ディスプレイ IPSODA を使い、画像を提示してユーザの立ち位置を誘導するの研究[北出 他 11]がある。しかし[Sirkin et al. 12][大塚 他 12]の研究では、Moview で問題視しているディスプレイを用いたテレコミュニケーションシステムでのデメリットを解消するものにはなっておらず、研究対象が対面会話における対話者の存在感の向上にとどまっている。さらに頭部の動きに連動したディスプレイでは方向を示す際、対話者はディスプレイを見られないという問題点が生じる。また[北出 他 11]の研究では、ユーザの立ち位置の誘導に関して遠隔コミュニケーションでの効果を確かめておらず、その有用性に関しては知見が不足している。

2.3 共同注視

遠隔コミュニケーションにおいて、物や書類を参照しながら打ち合わせや協同作業を行う際にはユーザと対話者との共同注視が行えないと円滑なコミュニケーションを行うことができない。[葛岡 他 00]は 3 面カメラと頭部センサ、ジョイスティックを用いたシステム Gestureman を実装した。指示者の動きを複数の方法で伝えることでより正確な指示が可能となる。[柏原 他 12]は遠隔作業者がユーザの肩にのせたアクティブカメラの視点から指示を出しながら作業を行う[酒井 他 04]の研究をもとに、肩にのせるテレプレゼンスアバターロボット TEROOS を実装した。TEROOS はユーザとの視点を共有できるため対話者との共同注視が可能となった。しかし[葛岡 他 00]では共同注視のみにしか使用できない。指示者の使用する設備が多く、一般ユーザによる設置が難しい。[柏原 他 12]では装置が装着型であるためユーザの運動の制約が多い。

3. Moview

遠隔コミュニケーションにおいて遠隔地の対話者の動きをユーザの部屋に置かれたディスプレイの動きと連動させることで、対話者の視線を示すテレコミュニケーションシステム Moview(ムービュー)を提案する。



図 1 Moview の概要

3.1 目的

Moview の目的は、視線提示によりユーザは対話者を自身の空間に存在するよう感じ取れること、対話者はユーザの空間全体を見渡せること、ユーザの部屋にある物体もしくは位置に対してユーザと対話者は共同注視ができること、の 3 つである。

3.2 実装

Moview では、ハードウェアとして Kinect とノート PC と IPSODA を用いる。IPSODA は人の首の動きを模擬する可動型ディスプレイで[北出 他 11]の研究で用いられている。対話者の前後左右の動きは Kinect を用いて以下の式に基づき数値化する。それぞれの値を Bluetooth 通信で IPSODA に送信し、モータを動かす。

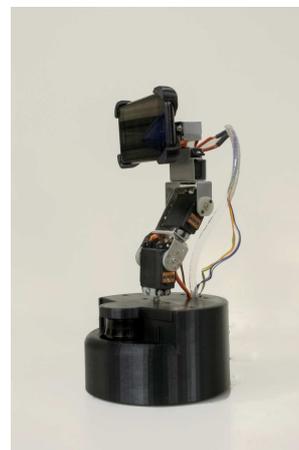


図 2 IPSODA の外観図

$$\text{Kinect の } z \text{ 軸中心座標} = \frac{3.8 - 1.9}{2} = 2.85[m] \quad (1)$$

$$\text{前後のモータ値} = 100 * \frac{z - 1.9}{2.85 - 1.9} \quad (2)$$

$$\text{左右のモータ値} = 100 * \left(1 \pm \frac{2 * \arctan \frac{x}{z}}{57}\right) \quad (3)$$

※ 使用した Kinect の z 座標有効範囲は 1.9m~3.8m, 画角は 114 度である

4. 実験

実験では、部屋 A に PC と Kinect, 部屋 B に IPSODA を設置した。被験者には IPSODA の置かれた部屋 B で荷物整理タスクを行ってもらった。可動ディスプレイを動かさない場合と、部屋 A の実験者の動きに連動させた場合で荷物整理タスクを行う上で被験者にどのような変化が起きるか評価実験を行った。

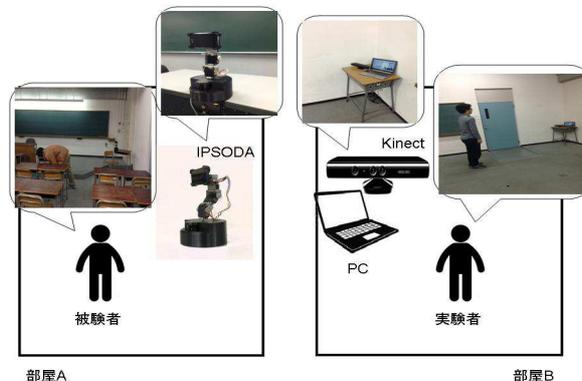


図 3 実験条件

4.1 教示内容

- 実験では制限時間 6 分で課題を行っていただきます
- 課題は問題群 A, B, C が用意されており, A, B, C の順に行ってください.
- A には 1 問, B には 3 問, C には 1 問の問題が書かれています.
- 実験者はディスプレイに映し出された部屋 B に待機します.
- それぞれの問題群が終わったら, その都度ディスプレイを通して終わったことを伝えてください.
- 課題に対する質問やヒントもディスプレイを通して行ってください.
- 実験者は部屋 B をはずすこともあります.
- 実験者がスタートと合図したら課題をはじめてください.

被験者に与えた問題群 A, B, C は以下の 5 問である.

- ドライバーを見つけてください. (A)
- 黒板に名前を書いてください. (B)
- 机の中のノートを左隣の机の中に入れてください. (B)
- 壁際の椅子を元の位置にもどしてください. (B)
- マジックペンを見つけてください. (C)

4.2 実験者と被験者

実験者は以下の行動を行った.

1. 被験者に教示内容を伝えた後, 実験開始を告, 部屋 A を退室する.
2. 実験開始後 1 分後に部屋 B に入室する.
3. 被験者からの質問に対しては, ディスプレイを動かす場合言葉と方向で, 動かさない場合言葉で場所を伝える.
4. 問題群 A が終わったら次の問題群を解くように指示する.
5. 問題群 B が終わったら次の問題群を解くように指示し, 30 秒間部屋 B を退室する.
6. 部屋 B に入室する.
7. 問題群 C が終わった, または 6 分経過後実験終了を伝える.

被験者は研究室内外の男女 11 名を対象とした. Moview は友人とのコミュニケーションが主な想定環境なので, 被験者は実験者と顔見知りであることを条件とした.

5. 実験結果と考察

ディスプレイを動かす場合を 5 名, 動かさない場合を 6 名の計 11 名の被験者に対し実験を行った. しかしディスプレイを動かさない場合において 1 名, 遠隔地への質問を行わずに課題を終える例が見られた. そのため 1 名を除いた 10 名の結果を以下に述べる.

5.1 対話者に気づく時間の検証

ディスプレイの可動時と非可動時では対話者に気づく時間の平均は図 4 のようになった.

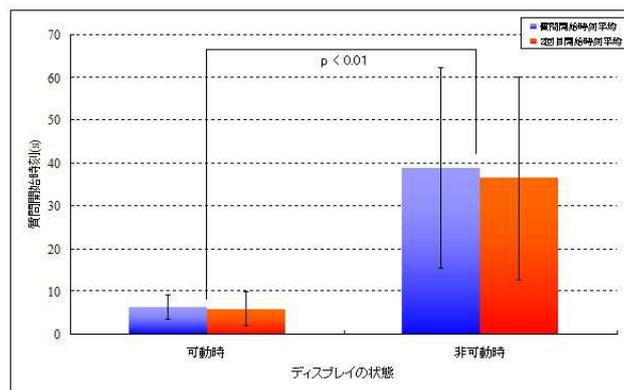


図 4 質問開始までの平均時間

図 4 の結果より可動時と非可動時で t 検定を行ったところ, $p < 0.01$ となり, 可動時は非可動時に比べ実験者の有無を伝えることにおいて有意であることがわかった. また 1 回目の入室後の平均時間と 2 回目の入室後の平均時間は図 4 より可動, 非可動ともに 2 回目が短いことがわかる. これはディスプレイを気にしながら課題を行うことへの慣れが主に考えられる. そのため使用回数を増やすことでさらなる時間短縮が見込めると考えられる.

5.2 質問回数の検証

平均質問回数は図 5 の通りになった.

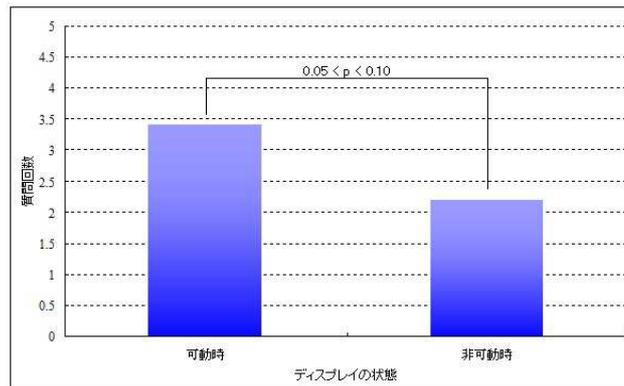


図 5 平均質問回数

質問回数においても可動時, 非可動時の場合で t 検定を行った. 検定の結果, $0.05 < p < 0.10$ となりディスプレイを可動させた場合, 非可動ディスプレイに比べ質問のしやすさで有意傾向があることがわかった.

5.3 共同注視の検証

共同注視はディスプレイを可動させた 5 名の被験者のうち 3 人で確認できた. 共同注視を行わなかった理由としては, (1)ディスプレイの動きが何を伝えているのかわからなかったから, (2) 音声聞き取りづらかったから, とほぼ同様の回答が得られた. ディスプレイの動きが何を伝えているのかわからない原因は, ディスプレイのサイズが小さいことが大きな原因であると考えられる. ディスプレイのサイズが小さいと, 遠隔地の背景が見えづらい. そのため実験者の動きに合わせて動いていることがわからない. 改善方法としてはモニターへの負荷を考慮すると 7~8 インチのディスプレイを利用することが考えられる. また音声聞き取りづらかった原因は, 実験者とマイクの距離が離れていたことが大きい. マイクには PC のマイクを利用したが, PC は Kinect の横に設置した. 前後左右の動きを Kinect でとるためにはある程

度(1.9m 以上)の距離が必要となる。そのため実験者とマイクが遠くなってしまった。改善方法としては Kinect と PC を別々の場所に置く、対話者の音声のみを抽出することが考えられる。対話者の音声抽出は、騒がしい空間では難し局的確な方法の選択が難しい。一方で Kinect と PC を別々の場所に置くことは設置場所を広くとることが問題点であるが、一つの空間に固定のデバイスであると考えると実用的な改善方法といえる。

6. 今後の課題と結論

遠隔コミュニケーションにおいて遠隔地の対話者の動きとディスプレイの動きを結びつけることで、対話者の視線を提示するディスプレイ **Moview** を提案した。視線の提示により、ユーザがディスプレイから離れた場所においても視線を認識できるためユーザのディスプレイの前にいる必要があるという位置制約を解決した。また、ディスプレイのサイズ以上のコミュニケーションを可能にした。ディスプレイのサイズにとらわれないため、ユーザは対話者と空間全体の参照対象へ共同注視が行える。ディスプレイにひねりを取り入れたディスプレイをテレコミュニケーションシステムに応用することで実現した。Moview を用いた評価実験では、ユーザが対話者の視線認識を行うまでの時間の評価、対話者への質問回数の評価、ユーザと対話者の共同注視の確認を行った。その結果ディスプレイを可動した場合、視線認識までの時間の短縮、質問回数の増加、複数のユーザによる共同注視が確認された。

本研究では、1 台の Moview を用いて被験者に荷物整理タスクの実験を行った。しかし実環境でテレコミュニケーションを行う場合、指示を出す部屋と指示される部屋は明確に定義されているわけではないため可動型ディスプレイを両方の部屋に置くべきであると考えられる。



図 6 Moview を2台用いたシステムの動作例

上記システムでは、3つの問題点が生じる。

交互に動作することがユーザのストレスとなる

-お互いがディスプレイを動かすため 2 人同時に動くことができない。どちらのユーザの番であるか明示する必要がある。

両方の部屋に前後左右に動ける場所を必要とする

-前後左右に動くことでディスプレイを動かすため、2 台で利用するとその活動範囲も 2 倍となる。

体の細かい動きに連動できない

-自身の部屋の方向を伝えたいとき前後の動きのみでは細かい方向をさすことが難しい。また自身の部屋の方向を伝えたいときはディスプレイに注目する必要がないため、顔や腰の

回転に連動するほうが便利である。そのため自身のディスプレイのみを連動させるモードを加えることが考えられる。

7. 参考文献

- [Sirkin et al 12] David Sirkin and Wendy Ju. Consistency in Physical and On-screen Action Improves Perceptions of Telepresence Robots. HRI'12 pp57-64
- [大塚 他 12] 大塚和弘, 熊野史朗, 三上弾, 松田昌史, 大和敦司. MM-Space: 動的投影を用いた頭部運動の物理的補強表現に基づく会話場再構成. 情報処理学会インタラクシオン 2012 pp33-40
- [北出 他 11] 北出卓也, 大澤博隆, 今井倫太. Contextual face 制御による能動的情報提示モデルの検討. 情報処理学会研究報告 2011 pp1-7
- [Adalgeirsson et al. 10] Sigurdur Orn Adalgeirsson, Cynthia Breazeal. Mebot A Robotic Platform for Socially Embodied Telepresence. IEEE 2010 pp15-22
- [松尾 99] 松尾太加志. コミュニケーションの心理学. ナカニシア出版 1999
- [望月 他 07] 望月崇由, 久保宏一郎, 藤村香央里, 佐藤仁美, 下倉健一郎. 家族間における常時接続型コミュニケーション環境の評価. 電子情報通信学会 2007 pp51-57
- [葛岡 他 00] Hideaki Kuzuoka, Keiichi Yamazaki, Kenji Suzuki, Mamoru Mitsuishi. GestureMan: A Mobile Robot that Embodies a Remote Instructor's Actions CHI 2000 pp155-162
- [酒井 他 04] 酒井信親, 蔵田武志, 興梠正克, 葛岡英明, マーク・ピリングハースト, 肩載せアクティブカメラ・レーザによる遠隔協同作業. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM2004)シンポジウム 2004 pp377-380
- [柏原 他 12] 柏原忠和, 大澤博隆, 篠沢一彦, 今井倫太. ウェアラブルアバタ TEROOS を用いたフィールドテストとその分析. 情報処理学会 2012 pp65-72