

小型モニタを用いて操作者の顔を投影する 肩乗りアバタ FaST の提案

FaST: A Wearable Avatar Projecting the Face of Operator

高澤 宏一*1
takasawa koichi

大西 樹*1
ohnishi tatsuki

篠沢 一彦*2
shinozawa kazuhiko

今井 倫太*1
imai michita

*1慶應義塾大学

Keio University

{takasawa,ohnishi,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

*2国際電気通信基礎技術研究所

ATR IRS Labs.

shino@atr.jp

We propose wearable avatar named FaST that is a robot system with a small screen to project a operator's face, and is to be mounted on a person's shoulder. FaST allows both a wearer and a robot operator to share a vision remotely. As a result of user study, they can talk each other more naturally. Projecting a face of the operator makes her/his presence more reliable, and people around the local user can identify instantly who operates the robot instantly. Moreover, we also found that FaST can make remote communication smoothly.

1. はじめに

本研究では小型モニタを搭載した肩乗りアバタ FaST を提案する。従来の肩乗アバタ [柏原 12] では、アバタの操作者と装着者が、装着者の視点を共有した遠隔コミュニケーションが可能となっている。更に肩乗りアバタはロボットの顔を持つので、装着者の周囲の人とも擬人化を利用したコミュニケーションが可能である。しかし、ロボットの顔では、どのような人物が操作者か不明であり、コミュニケーションが取り辛いとの意見も存在した。本稿では肩乗りアバタの頭部に小型モニタを搭載し、操作者の顔を投影することにより、操作者の存在感を提示し、肩乗りアバタの改善を試みる。操作者の顔が見えるため、操作者の判別が瞬時に可能となり、更に対話者にとって操作者を見ている、操作者から見られているという感覚を得られ、両者の存在感が増す。また、本稿では、肩乗りアバタの操作者が不在の場合を、アバタの身体表現で明示的に示す事で、操作者自体の存在感を周囲のユーザに分かりやすく提示し、更に操作者の会話への参入のタイミングを明確にすることで、より自然な遠隔コミュニケーションを実現する。

2. ロボットを用いた遠隔コミュニケーション

2.1 テレプレゼンスロボット

遠隔地にいる人と人がコミュニケーションする手段には、映像と音声といった方法の他に、テレプレゼンスロボットを用いる方法が徐々に導入されつつある。テレプレゼンスロボットにとって重要なのは身体性と没入感である。遠隔コミュニケーションのツールとしてロボットを用いる場合、ただ単に映像や音声をやり取りするだけならば、単なるビデオ通話と何ら変わらない遠隔コミュニケーションになってしまう。映像や音声以外にもロボットを用いる事により伝えられる情報として、ロボットの操作者がロボットの手や足を動かす事により、身振り手振りを交えたコミュニケーションが可能である事がテレプレゼンスロボットの強みである。言い換えれば、テレプレゼンスロボットは操作者が動かすことによりジェスチャーやボディランゲージを伝えられるような身体性を備えている事が望ましい。また、身体性を備えたテレプレゼンスロボットを操作者が

連絡先: 高澤 宏一, 慶應義塾大学理工学部,
takasawa@ayu.ics.keio.ac.jp

適時操作する場合でも、最終的な目標は遠隔地にいる対話者とのやり取りをする事である。ロボットの身体操作があまりにも複雑であったりインターフェースが難解であった場合、操作者がロボットの操作に手間取りコミュニケーションに集中できない可能性がある。そのため、テレプレゼンスロボットは操作者が対話者とのロボットを介したコミュニケーションに自然に没入していける様に設計する必要がある。

Mebot [Adalgeirsson 10] は、小型のモニタと簡易アームを搭載した、机の上に置くテレプレゼンスアバタである。小型モニタに操作者の顔を投影し、更に 2 本のアームを動作させることにより、アイコンタクトや簡単なジェスチャーなど非言語的な手がかりを用いたコミュニケーションを可能とした。

また、操作コンピュータから独立した独自のコントローラのみで操作を行い、ロボットに送信するコマンドを全てコントローラで行うため、遠隔にいる対話者とロボットの操作画面を見比べずに済む。

Mebot のように、非言語的な手がかりを用いることを可能とする身体性と、操作者の操作負担を軽減し没入感を高める工夫が、テレプレゼンスロボットにおいて重要な役割を果たす。

2.2 肩乗りアバタ

より没入感のある遠隔コミュニケーションを実現するロボットとして、肩乗りアバタが存在する。

[三沢 12] の Ma petite cherie は小型の顔型スクリーンを用い、操作者の顔をそのまま投影しコミュニケーションに用いるウェアラブルアバタである。操作者の表情や視線の動きをそのまま投影する事により、遠隔コミュニケーションにおいて非言語的な手がかりを存分に活かす事が可能である。

[柏原 12] らの TEROOS はカメラとマイク、スピーカー、擬人化された顔を持ち、遠隔操作者、ローカル環境の装着者、その周辺の人と円滑なコミュニケーションを行うことができる肩乗りアバタである。肩にロボットを着けることで、装着者の視線とカメラを通した遠隔操作者の視線を共有でき、指示語を使ったコミュニケーションが可能となる。また、肩に着けることで、遠隔操作者はロボットの移動を制御する必要がなくなり、ローカル環境の人とのコミュニケーションに集中することができる。また TEROOS の擬人化された顔により、装着者の周辺人物は装着者、そして遠隔操作者と自然で円滑なコミュニケーションを行うことができる。



図 1: 肩乗りアバタ FaST を装着した際の様子

2.3 従来のテレプレゼンスロボットにおける問題点

従来のテレプレゼンスロボットにおいて、会話の最中に操作者が離席した場合、対話者から見ると、突如としてテレプレゼンスロボットが停止してしまったかのように見える。停止したロボットを見た対話者は、ロボットの故障や回線の不具合を気にするようになり、コミュニケーションに集中できなくなってしまうという問題点がある。

TEROOS では、操作者側から装着者・対話者へと伝達される情報はスピーカーからの音声のみであり、操作者側のパーソナルな情報が伝わり辛い。例えば、複数人居る操作者の声がとても似通っている場合や、対話者が高齢者である場合など、音声による個人の判別が難しい場合などは、対話者は操作者の判別のために名前を聞いたりする会話を強いられる可能性がある。

利用するシチュエーションに制約がかかる事も考えられる。MeBot は卓上での利用を前提としており、限られた場所でのみしか利用できない。Ma petit chérie では、プロジェクトを用いているために暗い所でしか利用できない。

3. FaST の提案

本研究では、装着者-操作者間での視線の共有が可能である肩乗りアバタに、より円滑な遠隔コミュニケーションを可能とするために操作者の表情の投影機能を持たせた FaST (Face Screen Teroos) を提案する。

FaST の頭部に取り付けた小型モニタに操作者の顔の映像を映す事で、遠隔操作者の存在感を明示的に提示する事が可能である。更に、モーションコントローラ Kinect[1] をセンサーとして併せて使い、操作者の有無を判定する。操作者が居ないと判断された場合、Disable モードとして FaST を俯かせる事により、従来のテレプレゼンスロボットでは扱われていなかった、遠隔操作者の存在の有無を対話者に明示的に認識させる機能を持つ。

FaST では肩乗りアバタでの操作者-対話者間での音声によるコミュニケーション、操作者-装着者間での視線を共有する事で可能となる指示語を用いたコミュニケーションに加え、操作者-対話者間での Face-to-face のアイコンタクトを用いたコミュニケーションが可能となる。

4. FaST の実装

4.1 肩乗りアバタのコントローラ

操作者から FaST への身体操作の命令は、FaST の身体を構成する 3 個のサーボモータの回転角の組み合わせとして表される。操作者は PC を用いて FaST を操作する。FaST の操作において FaST への命令を送信するコントローラと FaST へ顔画像を送信するためのプログラム、音声をやり取りする Skype[2]、及び Kinect を制御し人間の顔をキャプチャするプログラムを PC 上で用いる。FaST を装着する装着者は FaST 本体と PC、及びスマートフォンを所有している。装着者の持つ PC では Skype が起動しており、操作者用の PC と通話している状態にする。また、装着者用の PC を FaST が搭載している小型カメラ・マイク・スピーカーと接続する。スマートフォンと FaST 及び FaST の頭部に取り付けられた小型モニタは Bluetooth 通信でペアリングされている。

操作者の PC から送信された操作命令と顔画像、及び Kinect によって取得される操作者の有無の情報は、遠隔地のサーバを中継して装着者のスマートフォンへ送られ、操作命令と操作者の有無は FaST 本体が、顔画像は小型モニタがそれぞれ受け取る。装着者側の Skype は FaST の小型カメラとマイクから得られる音声と映像を取得し操作者側の Skype に送り、操作者側の Skype からの音声を装着者側の Skype が受け取り FaST のスピーカーから出力する。

4.2 小型モニタ

操作者のコンピュータで操作者の顔を撮影し、装着者の持つスマートフォンに送信する。小型モニタには SmartWatch[3] と呼ばれる Android スマートフォンの周辺機器を用いる。SmartWatch は Bluetooth 通信でスマートフォンとペアリングしている状態である。SmartWatch 上でビットマップキャッチャ[4] を動作させており、スマートフォンで受信した画像を SmartWatch に表示する。

4.3 顔判定モジュール

Kinect の Developer Toolkit の機能の一つである Face Tracking を基に実装する。操作者用の PC の前に人が居るかどうかの判別を行い、人が居ない場合 FaST に俯いた状態をキープする命令を送る。操作者用の PC の前に人が存在する事を認識した場合には前に真っ直ぐ向き直る命令を送る。俯す動作により、操作者の有無が対話者からもはっきりと分かるようになる。

5. ケーススタディ

5.1 目的

実際に FaST を用いて操作者-対話者間の遠隔コミュニケーションを行い、対話者に対してアンケートを取り FaST を用いた場合のコミュニケーションの改善点について調査する。

FaST では操作者の表情が対話者から見る事ができるため、操作者の判別が瞬時に可能である。また、対話者にとって操作者を見ている・操作者から見られている感じが得られ、両者の存在感が増す。更に Enable モード/Disable モードの実装によって、操作者がどのタイミングで会話に参入してくるかが分かりやすくなり、より自然な遠隔コミュニケーションが可能となる。これらの効果を検証するために、ケーススタディを行った。操作者-対話者間の遠隔コミュニケーションを 2 通りのシチュエーションで行い、それぞれで被験者となる対話者に FaST との遠隔コミュニケーションに対する感触を調べた。

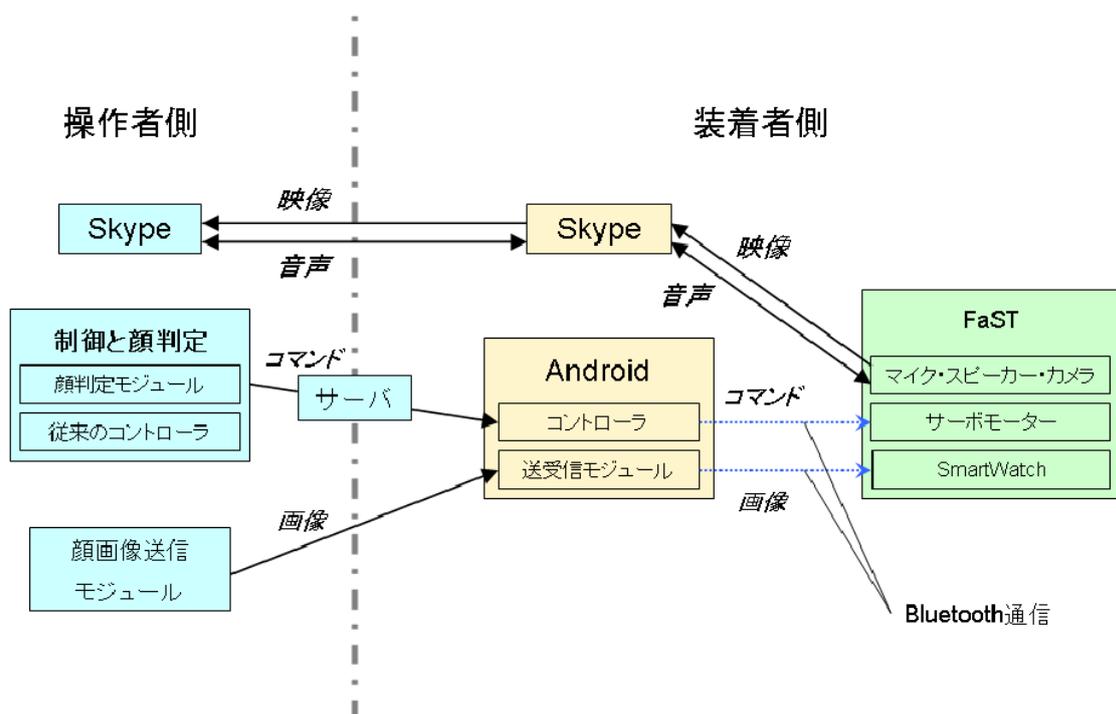


図 2: FaST のシステム構成図

FaST で期待される効果を検証するため、このケーススタディでは以下の事項について調べる。

- 操作者が誰なのか (従来のアバタと比べ) 直ぐに分かるか
- 操作者を見ている・操作者に見られていると感じるか
- 操作者が会話に参加したタイミングが分かるか
- 操作者がどの方向を見ているかが分かるか
- 画面は見やすかったか

5.2 ケーススタディの流れ

対話者が 1 人の場合の遠隔コミュニケーションに関して、TEROOS と FaST の比較のために以下のようなケーススタディを行った。

1. 部屋の中には肩乗りアバタを装着した装着者と対話者が 1 人ずつ居る。
2. 別の部屋に、アバタを操作する操作者が居る。
3. 操作者・装着者・対話者はともに 20 代の男子大学生である。
4. 操作者と対話者には面識がある。
5. まず操作者抜きで、装着者と対話者が 1 対 1 で普通に会話をしている。
6. このとき、FaST は Disable モードである。
7. 1 分ほど経ったところで操作者がアバタを介して会話に参加する。
8. そのまま 3 人で数分間会話をする。



図 3: ケーススタディの様子

5.3 結果

ケーススタディ終了後、被験者にはアンケートに 7 段階評価で答えてもらい、表 1 に結果をまとめた。

ケーススタディの映像を分析したところ、対話者は FaST の Enable モードへの切り替わりに気づいた様子はなく、操作者が話しかけたときに初めて FaST へ視線が動いている。更に自由記述として気づいた点を指摘してもらったところ、表情や視線に関しては映像がカクカクしていて分からなかったということ、Enable モード/Disable モードの存在に気づき辛いということが分かった。

以上のことから、操作者の顔が見える事により操作者の判別が可能であることは分かるが、表情や視線といった非言語的な手がかりがうまく伝わっていないということが言える。また、

表 1: 被験者のアンケートの回答

質問	FaST	TEROOS
操作者の判別.	7	7
声の聞こえやすさ.	6	7
アバタの向きの判別.	3	3
会話参入のタイミング.	6	6
アバタに見られているという感覚.	3	3
操作者の顔の見やすさ.	6	-
ロボットの顔があった方が良くどうか.	-	6
3人で会話しているという感覚.	5	6

モードの切り替えの際の FaST の動作が弱々しく、対話者にうまく伝わっていないということが分かった。

6. 考察と課題

6.1 画面

小型モニタを用いて操作者の視線を再現しようと試みたが、ケーススタディの結果にその効果は表れていない。対話者が操作者の視線を感じられなかった要因については、画面の小ささやカメラの性質以外にも、モニリザ効果 [5] が発生したのではないと思われる。

平面に描かれた絵画や写真などに真っ直ぐ前を向いた人物の顔が描かれていた場合、ある程度斜めからその絵画・写真を見ている人にとっても、その人物が真っ直ぐ前を向いている様に見えるという現象である。平面のディスプレイに人の顔を投影した場合、このモニリザ効果が発生し、ディスプレイの周辺に居る人物全員が「こっちを向いている」と感じてしまい、視線によるアイコンタクトが難しくなる。

6.2 デバイスの問題

PC と携帯端末間での通信で映像のストリーミングを行うことにより、携帯端末の計算速度が処理に追いつかず、映像のフレームレートが低下してしまう。映像のフレームレートが低くなると、表情や視線がうまく伝わらない原因にもなる。

装着者が既に PC を携帯しながら遠隔コミュニケーションを行っていることを考えると、携帯端末を介さずに PC のみで FaST の制御を完了できると効率的である。装着者の PC と FaST のマイクロコンピュータとを有線で繋ぐことで、操作者と装着者との間の命令や音声・映像のやり取りを PC 同士の通信で実現でき、Android 端末と FaST の間での通信の準備が簡略化でき、Bluetooth の不安定さが解消される。

6.3 Enable モード/Disable モードの切り替え

ケーススタディの被験者からの指摘によると、ただ俯いている状態を Disable モード、そこから起き上がる動作をモードの切り替えとしても、対話者はその意図を汲みづらい。首から先だけの小さい動きのみでは、装着者と対話者は操作者の会話に加わるうとする動きを察知できず、いきなり操作者が会話に割り込んできた感じられてしまう。

モード切り替えの際の挙動について、首を俯かせる程度の小さい動きではなく、もっと FaST 全体を大きく動かすことで装着者や対話者の注意を喚起する事が重要である。また、SmartWatch に短いアニメーションを投影することや、スピーカーからシグナルやサイレンを鳴らすなど、動き以外の要素を用いて注意を喚起する手法が考えられる。

7. まとめ

FaST では操作者の表情が対話者から見る事ができるため、操作者の判別が瞬時に可能である。また、対話者にとって操作者を見ている、操作者から見られているという感覚を得られ、両者の存在感が増す。更に Enable モード/Disable モードの実装によって、操作者の会話への参入のタイミングが分かり、より自然な遠隔コミュニケーションが可能となる。実際に FaST を用いてケーススタディを行ったところ、頭部の挙動や操作者の顔の投影などが期待した程の効果を生まず、非言語的な手がかりを用いた遠隔コミュニケーションを行うには不十分であるという事が分かった。

参考文献

- [柏原 12] Kashiwabara, Tadakazu., Osawa, Hiroataka., Shinozawa, Kazuhiko. and Imai, Michita. TEROOS: a wearable avatar to enhance joint activities In *Proc. CHI '12* (2012), ACM, pp. 2001-2004.
- [Adalgeirsson 10] Adalgeirsson, Sigurdur O. and Breazeal, Cynthia. MeBot: a robotic platform for socially embodied presence In *Proc. HRI '10* (2010), IEEE Press, pp. 15-22.
- [三沢 12] Misawa, Kana., Ishiguro, Yoshio. and Rekimoto, Jun. Ma petite cherie: what are you looking at?: a small telepresence system to support remote collaborative work for intimate communication In *Proc. AH '12* (2012), ACM, pp. 17:1-17:5.
- [1] <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [2] <http://skype.com>
- [3] <http://www.sonymobile.co.jp/product/accessories/smartwatch/>
- [4] <http://d.hatena.ne.jp/tarosay/20120528/1338222206>
- [5] 佐藤, 隆夫. モニリザの視線 In 日本心理学学会 心理学ワールド 54 号 (2011), , pp. 17-20.