

# 肩乗りアバタを用いた ライブストリーミングにおけるテレプレゼンスの提示

## Telepresence in live streaming service using wearable avatar "TEROOS"

大西 樹<sup>\*1</sup> 高澤 宏一<sup>\*1</sup> 尾形 正泰<sup>\*1</sup> 篠沢 一彦<sup>\*2</sup> 今井 倫太<sup>\*1</sup>  
Tatsuki Ohnishi Kouichi Takasawa Kazuhiko Shinozawa Michita Imai

<sup>\*1</sup> 慶應義塾大学理工学研究科 <sup>\*2</sup> ATR  
Graduate school of Science and Technology, Keio University #1 ATR#2

We propose an interactive telepresence system that enables multiple user communication through live streaming. In this system, a video streamer, and persons captured by the camera can interact with many users beyond the streaming services such as Ustream and NicoNico. each other. By designing wearable avatar TEROOS that is shoulder-mounted robot for broadcasting system NicoNico, we achieved smooth communication between both persons who are broadcasted and who are joining in online. Through an experiment, it seems that many online users feel that they are in local place.

### 1. はじめに

社会的なコミュニケーションは、実世界で対面するリアル空間でのコミュニケーションと、Twitter, Facebook といったネット空間でのコミュニケーションに二分される。しかし、最近までこのリアル空間とネット空間をリアルタイムに多対多で繋ぐメディアはほとんど存在しなかった。リアル空間とネット空間をリアルタイムで繋ぐ新しいメディアとして、個人が自身のチャンネルを持ち、ゲーム配信、料理、野外活動といった多様なジャンルの生放送を行うことのできるニコニコ生放送、Ustream といったサービスが人気を博している。これらのサービスでは配信者が不特定多数の視聴者と同じ時間を共有し、楽しむことができる。例えば一人で、来たことのない観光地に来た場合を考える。ニコニコ生放送を使って観光地巡りを配信することで、その観光地に詳しい視聴者、その観光地に来たことのない常連視聴者、あるいは初めて放送に来てくれる初見視聴者と一緒に散策している気分を味わうことができる。図 1 はニコニコ生放送における野外配信の様子である。ライブの映像にリアルタイムの視聴者のコメントが反映される。



図 1 ニコニコ生放送の様子

このような野外での配信を行う際、視聴者が観る映像は Web カメラやスマートフォンからの映像である。Web カメラ、スマートフォンで配信する場合は、配信者は観光地の周囲の映像を取得するのに精一杯で、肝心の散策に集中することができず、視聴者もあまりコンテンツに集中できな

い。また、また、配信者が見ている光景と視聴者が見ている光景が一致しづらく、日常会話で頻りに用いられる指示語、方向を表す単語を共有することが難しく、コミュニケーションに齟齬が生じる。テレビの報道番組などではリモコン投票や Twitter, 電話などで視聴者の意見を取り入れながら番組を進行させる場合があるが、視聴者がテレビの 1 出演者のように番組に参加する、つまりネット空間からリアル空間への没入は可能であるが、実際の出演者が不特定多数の視聴者をあたかもその場にしていると感ずることは難しいと考えられる。そこで、本研究では肩乗りアバタ TEROOS を使用する。肩乗りアバタ TEROOS を使用することで、以下の 4 つの利点を得ている。

- 装着型のため、配信者の負担にならない
- 視聴者が臨場感、没入感を感じ、配信者と一緒にいる感覚になる
- 配信者の周囲の人が視聴者とコミュニケーションしやすい
- 配信者と視聴者が見る光景がほとんど一致し、指示語、方向語を共有することができる

ロボットを肩に乗せることにより、装着者（配信者）の視線を視聴者が共有することができ、装着者の肩の上に視聴者がいるような感覚を得ることができる。本研究の目標はニコニコ生放送と TEROOS を使うことで、リアル空間の配信者はもちろんその周囲にいる人とネット空間にいる不特定多数の視聴者と円滑なコミュニケーションを実現することができ、配信者と視聴者がまるで同じ場所にいるかのような多対多のコミュニケーションを実現することである。

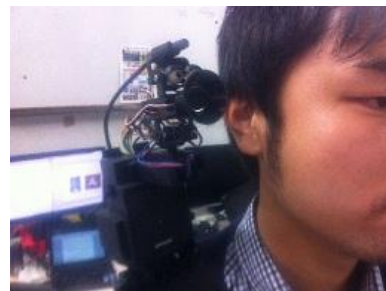


図 2 肩乗りアバタ TEROOS

## 2. 従来研究

### 2.1 ビデオを介したテレプレゼンスシステムの研究

ビデオを介したテレプレゼンスでは、特殊なディスプレイなどを用いることで、一般的なテレビ会議のシステムでは成し遂げられない臨場感の再現を可能としている。[Hirata 2008]は、映像情報に関する対称性を保証する t-Room を構築し、映像情報が協調作業の作業効率やそこでの対話に及ぼす影響を調べた。また、[大塚 2012]は、過去に録画された複数人物による対話場面、時間・空間を隔てて、あたかもその場に居るかのように観測できるシステムを提案した。アクチュエータが接続された透明スクリーンに会話者の顔画像を投影することで、会話者の動作がより明確に観測者へ知覚されることを目指した。

### 2.2 ロボットを介したテレプレゼンスの研究

会議、訪問医療などのように、遠隔地にいるユーザがあたかもローカル地にいるように感じ、ローカル地のユーザにとっても遠隔地のユーザがローカル地にいるような存在感を得るテレプレゼンスロボットの研究が現在盛んに行われている。テレプレゼンスロボットを用いる場合、操作者は遠隔地の対話者とのコミュニケーションとロボットの操作を同時に行わなければならない、コミュニケーションに集中しづらくなるなどの問題が起こる。この課題に対し、Adalgeursson らの Mebot[Adalgeursson 2010]では、ロボットの身体を単純にする事でより操作を直感的にし、操作者がよりコミュニケーションに集中しやすい設計にした。また、柏原らの TEROOS[Kasiwabara 2012]は人の肩に装着する遠隔コミュニケーションのためのアバタロボットである。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がほとんど一致し、同じ景色を見ることができ、指示語を使ったコミュニケーションが可能になる。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。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。

## 3. システム構成

システム構成を図 3 に示す。視聴者が生放送中にコメントを投稿すると、そのコメントはソケット通信を使ってコメントサーバに送られ、コメントサーバによって処理が行われる。例えば、方角を表すコメント(「右の景色すごいね!」)、感情を表すコメント(「ww」(注: 笑い)、「ジョーン」(落胆)、「?」)をコメントサーバによって処理する。そしてコメントサーバによって前述のような特定の種のコメントが投稿されると配信者に(装着者)にロボットの制御コマンドを送信する。配信者側では所持しているスマートフォンで制御コマンドを受信し、Bluetooth 通信により TEROOS のサーボモータを制御し、ロボットを動作させる。そして、配信者が歩き、ロボットが動作することで、視聴者に動的で、配信者の視野とほぼ同じ映像を提供することができる。

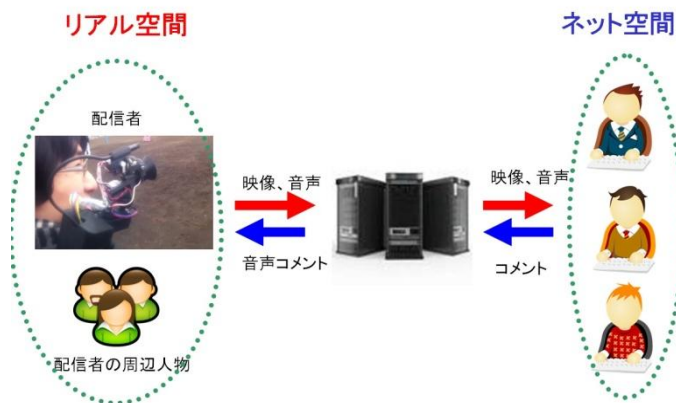


図3 システムの概要

## 4. 実験

### 4.1 実験の内容

研究室の男子学生 1 人に TEROOS を装着してもらい、慶応義塾大学矢上キャンパスをニコニコ生放送で中継しながら歩くといった内容である。主に歩いた場所としては、春休み中のため人通りがほとんどなかったメインストリート、売店、グラウンドである。視聴者は 14 名で今回は研究室の学生、指導教員に参加してもらった。研究室のメンバーが視聴者なので、TEROOS の動作、機能については熟知しており、今回は予め、視聴者の方向、疑問、あいさつに関するコメントに TEROOS が反応して動作することを知らせていた。そして視聴者がコメントを行うと、TEROOS 装着者はもちろん、他の視聴者も音声としてコメントを投稿されたコメントを聞く事ができ、加えて各コメントの最後に投稿者のハンドルネームが発話されることで誰がそのコメントを投稿したのかを知る事が可能な仕様にした。また、放送時間は約 15 分であった。図 4 は装着者がアバタを肩に載せて実験を行った様子である。



図4 実験の様子

### 4.2 実験の結果

総コメント数が 280 コメントあり、それをさらにシチュエーション別に大別した結果が以下である。

表1 シチュエーション別盛り上がり度

	滞在時間	コメント数
メインストリート	8分	100 コメント
売店	5分	110 コメント
グラウンド	2分	30 コメント

また、傾向として周囲に人がほとんどいない状況であったメインストリートでは、視聴者同士でのネット空間での会話を中心であったのに対し、周囲に店員さんや他の学生が多いた売店ではリアル空間向けの視聴者コメントの割合が高く、このシチュエーションでは、リアル空間とネット空間の間でのコミュニケーションが活発であったことが言える。また、売店において何を買いたいかのアンケートをして、視聴者は見える映像から買いたいものを発言する場面があったのだが、そこでは「これ」「それ」といった指示語、そして「右」「左」といった方向を表すコメントを使い、TEROOS 装着者と 10 人程度の視聴者が円滑にあたかも同じ空間にいるかのようにコミュニケーションをはかることができた。

## 5. 考察・今後の課題

### 5.1 売店での店員と視聴者とのやりとり

今回の予備実験において非常にポジティブな光景が売店において見られた。それは売店において視聴者と相談して決めた品物をレジにて購入した際に、TEROOS 装着者、店員の方、10 人程度の視聴者との間で円滑なコミュニケーションが起こり、最後に店員の方が TEROOS 装着者にあいさつをした後に、TEROOS、つまりサイバーワールドパブリックにいる不特定多数の視聴者にもあいさつをしたことである。その様子が図 5 である。



図 5 店員さんが視聴者のアバタにあいさつする様子

このシーンから店員の方が、TEROOS 装着者の方の上に、誰かのパーソナリティを感じる事ができたことが示唆される。これにより、リアル空間とネット空間の間で多対多コミュニケーションを実現することが可能である事が分かる。

### 5.2 視聴者意見

視聴者からの意見で今後の課題として、主に以下の 3 つの課題をクリアしなければならない。

- ロボットが今どこを向いているのかが分からない
- 複数の視聴者がひとつのロボットを操作するため、ロボットの動かし方をもっと工夫した方がよい
- ロボットに視聴者の喜怒哀楽といった感情を表現させるももっと面白い

## 6. 結論

今までほとんど存在しなかったリアル空間とネット空間を多対多で円滑に繋ぐコミュニケーションを実現するため、ニコニコ生放送と肩乗りロボット TEROOS を連携させるシステムの実装を行った。実験の結果、店員の方が不特定多数の視聴者のアバタである TEROOS にあいさつをするなど、リアルとネットを円滑に繋ぐことが随所には可能であることが示唆されたが、現システムでは

まだリアルとネットを円滑に繋ぐ多対多コミュニケーションが実現できているとは言い難い。今後、視聴者画面のインタフェースの改良、ロボットの顔をディスプレイにして、視聴者の反応をリアル空間の人がより感じることができるようにするなど、よりリアル空間とネット空間がインタラクティブになるシステムにする必要がある。また、今回は理工学部キャンパスというリアル空間の人がロボットがいるという環境に慣れているフィールドにおいて実験を行ったが、今後は秋葉原、横浜といったより実環境に近いフィールドで実験を行い、システムの改良を行っていく。

## 参考文献

- [Adalgeirsson 2010] Adalgeirsson, Sigurdur O. and Breazeal, Cynthia: MeBot: a robotic platform for socially embodied presence. HRI '10, IEEE Press, pp. 15-22.
- [Kashiwabara 2012] Kashiwabara, Tadakazu., Osawa, Hirota., Shinozawa, Kazuhiko. and Imai, Michita: TEROOS: a wearable avatar to enhance joint activities, CHI '12, ACM, pp. 2001-2004.
- [Hirata 2008] Keiji Hirata, Yasunori Harada, Toshihiro Takada, Shigemi Aoyagi, Yoshinari Shirai, Naomi Yamashita, Katsuhiko Kaji, Junji Yamato, Kenji Nakazawa: t-Room: Next generation video communication system. In GLOBECOM, pp.5536-5539, 2008.
- [大塚 2012] 大塚 和弘, 熊野 史朗, 三上 弾, 松田 昌史, 大和 淳司: 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. インタラクシオン 2012 論文集、情報処理学会シンポジウムシリーズ、2012.