

# アバターロボットによる存在感通信について

折重将人<sup>1)</sup>, Samratul Fuady<sup>1)</sup>, 李 浩龔<sup>1)</sup>, 三武 裕玄<sup>2)</sup>, 長谷川 晶一<sup>2)</sup>

- 1) 東京工業大学 工学院情報通信系 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 R2-624 長谷川晶一研究室)  
2) 東京工業大学 未来産業技術研究所 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 R2-624 長谷川晶一研究室)

**概要:** 会議室にアバターロボットと広角カメラを置くことで、会議室で忘れられがちな遠隔参加者の存在感を提示しつつ、遠隔者は通常の PC 環境で参加する遠隔会議支援システムを提案する。遠隔者の画面内の注視対象をロボットが注視し、頭部と手の運動を再現することで、自然な会話に必要な存在感を会議室に提示する。遠隔者もロボット位置で撮影した会議参加者の映像により注視や身振りが保たれた自然な会議が可能となる。

**キーワード:** テレプレゼンス, アバターロボット, 遠隔会議

## 1. はじめに

会議などの場でビデオ通話を利用して遠隔地から参加する時、どうしても遠隔参加者の視線の動きや身振りなどが会議室に伝わらず、どこに注目しているのか、どこを見て話しているのか、発言しようとしているのか否かなど、自然な会話に必要な存在感が無くなってしまふ。

それに対する従来のテレプレゼンス[1]では、遠隔参加者がその場に行ったかのような感覚、その場に本人がいるかのような感覚を提示するものであり、参加者の空間配置の再現や全方向からの映像の撮影や再生のために大がかりな装置が必要になるものであった。また、装置の問題以外にも、遠隔者がメモを取ったり PC を使いづらくなるなど行動に制限がつくものもあった。一方、従来のテレカンファレンス[2]では会議室同士をつなぐといった方法がとられていたが、これは複数の会議室が必要になり空間的コストが大きくなる上、実際に会議室に行かなければならないなど手間も大きかった。

本研究では、大多数の人が会議室で会議を行っている場に遠隔参加者が参加する状況を想定し、図 1 のように会議室に遠隔参加者の代替となるアバターロボットを設置し、遠隔者の視線やジェスチャとロボットの動きを連動させる。これによって、遠隔利用者の負担を減らしつつ、会話に必要な存在感を提示する。

## 2. アバターロボットを用いた存在感通信

### 2.1 概要

会議、会話を自然に行うためには、話者交代を円滑にするため遠隔者が話そうとしているか否か、ジェスチャーや視線による意思表示、注意や関心の表出が必要になる。アバターロボットを用いた存在感通信ではそれらを如何にして提示するかを目的としている。逆に、物理的な視線の再現や、話者、会議場の映像の再現などは自然な会話には不要である上、会議場の配置の手間や行動の制限を伴うため行わない。

### 2.2 ねらい

#### 2.2.1 遠隔地利用者の負担軽減

遠隔者が使用するのはパソコンとアイトラッカー、モーションセンサーのみであり姿や周囲を見られることなく参加することができる。また飲食なども、遠慮せず気軽に取れる。大がかりな撮影機材などは不要であり、モーションセンサーも頭と手の先に装着すれば良いだけなので、準備も非常に簡易である。

#### 2.2.2 会議室での存在感の改善

会議室にいる人は画面ではなく、実物のロボットを相手に話ができる。実物のアバターロボットが視線と両手の動作を再現するので、相槌などの頭の動きから相手が理解しているのか、話を聞いているのかを感じることができるなど、会話のタイミングが取りやすい。また、遠隔利用者の議題への興味や反応が自然に伝わり、安心して会話を行うことができる。時差などにより遠隔者が食事をしながら会議に臨む場合なども、不快感を感じずに済む。

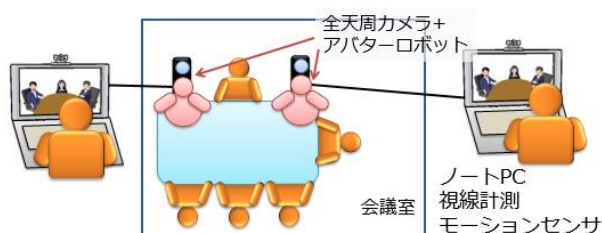


図 1:概要図

### 3. システム

#### 3.1 システム概要

図2に作成したテレプレゼンスシステムの概要を示す。

自然な存在感の提示のためには、会議室の風景を遠隔地に伝えること、遠隔地から視線とジェスチャの情報を会議室へ伝えることが必要となる。全天球カメラにより会議室の風景を撮影し、遠隔地に居る人の視線情報を取得するためにアイトラッカーを使用する。頭や腕の運動はモーションセンサーにより取得する。取得した視線とジェスチャの情報は会議室のロボット制御用PCに送られ、内部でロボットの制御データに変換した後、ロボットへ送られる。ロボットは視線やジェスチャを提示するために素早い動きができる必要がある。本システムはロボット[3]、アイトラッカー(Tobii EyeX)、モーションセンサー、全天球カメラ(RICOH THETA)で構成される。

実際の会議室側の動作風景は図3、遠隔地の動作風景は図4のようになる。図3のように、遠隔参加者は会議室にいる他の参加者と同じように会議に参加することができ、図4のように大がかりな準備なども必要なく非常に軽装で会議に臨むことができる。

#### 3.2 ソフトウェア

##### 3.2.1 会議室側

遠隔地から送信されてきた視線とジェスチャの情報を元にロボットの姿勢を計算する。ロボットの姿勢を計算するプログラムと、実際に制御するプログラムは別々となっており、姿勢計算プログラムは通信により姿勢情報を制御プログラムに送信する。

注視点の変更された時前回の注視点からの補間は Jerk 最小モデルを用いて決定する。頭とジェスチャの瞬間的な動きについては、モーションセンサーから取られた角速度の値を用い、動いた角度に角速度をかけることで求める。

姿勢計算プログラムは Unity の C#スクリプトにより制作されており、実際のロボットの動きと Unity 内に表示されている 3D モデルの動きは同じであるため、姿勢情報を送信する前に Unity 内で 3D モデルによるシミュレーションを行うことができる。



図3:会議室 動作風景



図4:遠隔地 動作風景

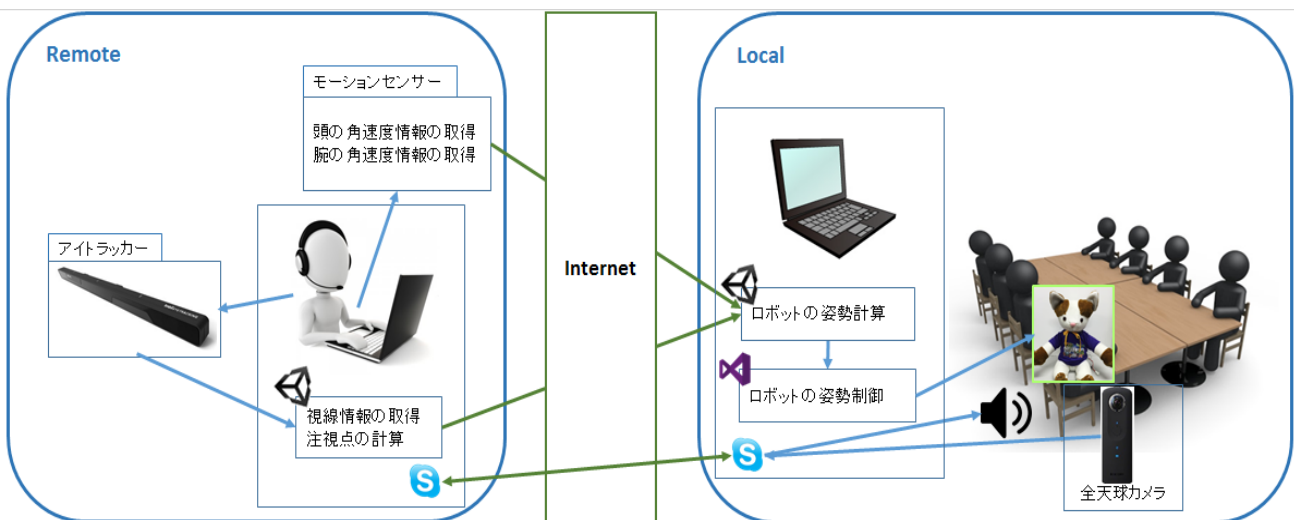


図2:システム概要

### 3.2.2 遠隔地側

遠隔地側では視線情報を取得するプログラムとモーションセンサーが動いている。

モーションセンサーは通信により直接会議室側のプログラムへジェスチャの情報を送ることができる。

視線情報を取得するプログラムは Unity の C#スクリプトで作られており、透明なウインドウの上をマウスでクリックすることによりマーカーを配置し、アイトラッカーの情報からそのマーカーの内どれを見ているかを調べることによって、映像上の注視点を決定する。

図5は遠隔地側のPCの動作中のスクリーンショットである。Skypeなどのビデオ通話ソフトで会議室の映像を受け取り、その上に透明なウインドウを表示させている。全天球カメラであるため図2のように机を取り囲んで座っている参加者の顔が一望でき、それぞれの顔の上に赤いマーカーを配置している。



図5:遠隔地側 PC 動作スクリーンショット

### 3.3 視線情報の提示

視線はロボットの顔の向きにより提示される。

全天球カメラで撮影した映像上のどこを見ているのかを調べることによって、全天球カメラを中心とした注視点までの角度がわかるので、それをロボットの首の角度とすることにより、遠隔地にいる人が見ている方向をロボットが向くようになる。

### 3.4 身振りの提示

頭と両腕の瞬間の動きにより提示される。

取り付けたモーションセンサーによって加速度を取得し、それを積分することによって傾きや手の振りなどの瞬間的な動きを計算する。あらかじめ決めてある基準のポーズにそれらの動作を加えることで身振りとし、動きが止まれば自然と基準のポーズに戻るようにする。基準のポーズは、頭は前述した通り注視点により動かし、手については固定にしている。これにより、頷いたり首を傾げたりといった反応や、何かを話しながら手を上げたり指を指したりといった身振りを再現することができる。

## 4. 結果

実際に使用してみたところ、ロボットが自分の方向を向いている時は十分見られている感覚が感じられ、存在を意識することができた。また、ロボットが自分の方向を向きながら頭や腕を動かした時は、ついそちらの方向を見てしまうなど、話を聞かれている感覚、話に対し何らかの反応をされた感覚を得ることができた。逆に、視線の情報のみでジェスチャをしない状態では、見られている感覚こそ得られたものの、細かい動作がないため存在感がなく、話をしている内に見られている感覚にも慣れてしまいあまりロボットの存在を意識しなくなってしまった。

## 5. まとめと展望

本稿では、アバターロボットと視線情報、運動情報を利用した、遠隔者の存在感提示システムを提案した。

存在感の提示としては十分な結果が得られたので、今後はより自然な存在感となるよう存在感に必要な提示内容、提示手法、計測手法の精査改良を行うと共に、ソフトウェア面ではUIの強化や画像認識による注視対象の判別など、より実用を見据えた実装を目指していきたい。

謝辞 本研究(の一部)は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の支援によって行われた。

## 参考文献

- [1] 渡邊孝一, 南澤孝太, 新居英明, 舘暉: 全周囲裸眼立体ディスプレイを用いたサイバースペースへのトレイグジスタンス, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.17, No.2, pp91-100, (2012.6)
- [2] Cisco TelePresence:  
[https://www.cisco.com/web/JP/solution/telepresence/literature/brjp\\_0900aecd8054c7bd.pdf](https://www.cisco.com/web/JP/solution/telepresence/literature/brjp_0900aecd8054c7bd.pdf)  
2016.07.22 accessed
- [3] 高瀬 裕, 山下洋平, 石川 達也, 椎名 美奈, 三武 裕玄, 長谷川 晶一: 多様な身体動作が可能な芯まで柔らかいぬいぐるみロボット, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.3, pp.327-336, 2013.