

# 音声遅延環境における話者交替の円滑化のための テレプレゼンスロボットの提案

末松 久† 長谷川 孔明† 今井 倫太†

慶應義塾大学理工学部†

## 1. はじめに

時間やお金の関係で行きたくても行けないような場所で自分の代理となってくれるロボットとして、テレプレゼンスロボットが利用され始めている。自宅でロボットを操作することで、オフィスにいるかのように振る舞うことができる。ところが遠隔地からロボットを操作するために、ロボットの動作に遅延が発生することが問題となっている。遠隔操作者の意図するタイミングとずれてロボットが動作してしまうために、ロボットと対面して話している人は話づらくなってしまふ。

本稿では、ロボットの一部の振る舞いを自動化することで、対話参加者が感じる遅延環境による話づらさを軽減する手法を提案する。ロボットは操作者による振る舞いとは別に、自動で実行される反動的振る舞いを行う。ロボットは反動的振る舞いとして、話し相手の声に反応してうなずきを返す。ロボットは遅延なく反応を返すため、遅延によって生じる話づらさが無くなる。

## 2. 従来研究

テレプレゼンスロボットを用いた遠隔コミュニケーションにおいて、遅延は大きな課題となっている。ロボットの動作がずれてしまうためにコミュニケーションが取りづらく、音声遅延が 300ms を超えると発話衝突が顕著になると報告されている[1]。発話衝突が起きてしまうと発話を諦めて中断する傾向が高いことも指摘されている[2]。

複数人で行う WEB 会議における発話衝突を回避するために、発話する直前の無意識的身振りをテレプレゼンスロボットに表出させる研究がなされている[3]。しかし、無意識的身振りをロ

ボットに反映させる際にも遅延が発生してしまう。他にもロボットとの円滑なインタラクションを実現するために、うなずきや身振り手振りといった非言語情報をロボットに利用させる研究がいくつかなされている[4][5]。これらの研究はテレプレゼンスロボットに関するものではないが、テレプレゼンスロボットを利用したコミュニケーションには人とロボット間のインタラクションが一部含まれる。以上のことから本稿では、自動的に行われる非言語情報の振る舞いを追加した円滑なコミュニケーションを実現していく。

## 3. 自動うなずきテレプレゼンスロボット

本稿では、うなずき等の非言語情報による自動的振る舞いを行うテレプレゼンスロボットを提案する。提案手法による遠隔コミュニケーションを行う際の、ロボット側にいる対話参加者側に着目する。遠隔操作者が話している最中は、遠隔操作者によってロボットは動作を行うが、遅延のためにその動作は遅れてしまう。その中でもうなずきの振る舞いはタイミングが重要な身振りである。そこで、うなずきの遅延を減少させるために対話参加者の発話に対してのうなずきの自動化を行った。一方で、その他の振る舞いに関しても自動化を行ってしまうと、遠隔操作者の意図に反する行動をロボットがとってしまう可能性が考えられるため、自動化は行わないこととした。

ロボットが遠隔操作者による手動の振る舞い以外にも、自動でのうなずきを行うことによって、ロボットの前にいる対話参加者は遅延を気にすることなく会話ができるようになると考えられる。

### 3. 1. システム概要

システム構成図を図 1 に示す。

Telepresence Robot for Smooth Turn-taking under the Voice Delay

†Hisashi SUEMATSU, Komei HASEGAWA, Michita IMAI  
Faculty of Science and Technology, Keio University

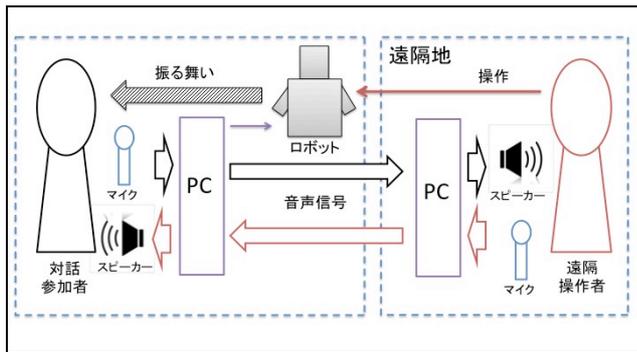


図1 システム構成図

音声通信の入出力にはPCに接続したスタンドマイクとスピーカを使用する。遠隔にある二台のPCの間でRTPパケット通信を行う。また、話し相手のマイクから入力された音声の音量が一定以上であった場合に、ロボットにうなずきの動作命令を送るように実装を行った。

### 3. 2. 使用するロボット

使用するテレプレゼンスロボットの外観を図2に示す。このロボットには非言語情報として腕による身振り、頭部動作、頭部方向、体幹方向、表情の表出ができるように実装を行う。



図2 テレプレゼンスロボット

プラットフォームとして近藤科学株式会社製ヒューマノイドロボットKHR-3HVが用いる。本研究では着座状態での対話で用いることを想定し、脚部の動きは表現しないものとする。また身振りの表現度を高める為頭部2自由度、腕部各1自由度のサーボモータの追加を行い、頭部3自由度、腕部各4自由度、腰部の左右の捻り1自由度、身の乗り出し仰げ反り1自由度を用いた身振りの表現が可能となっている。これによりうなずきや手振りといった非言語情報を表現する。また、ロボットの頭部には操作者の

顔画像を表示させる。

### 3. 3. ロボットの振る舞い

ロボットは操作による手動の振る舞いと、反応的に行われる自動の振る舞いを行う。考える身振りや了解を表す身振りにおいては、遅延にあまり影響されないため操作による手動の振る舞いとした。またうなずき身振りは遅延に大きな影響を受けるため、反応的に行われる自動の振る舞いとした。

ロボット側にいる対話参加者の音声に反応してうなずきを返すよう実装を行った。マイクから入力された音量が一定以上あった場合に、ロボットにうなずきを実行するように命令を送る。ところが、マイクが環境音を拾ってしまいロボットが間違っして頷いてしまう可能性があるため、一定以上の音が続いた時にロボットに命令を送る。首を縦に2回振る動作をうなずき1回分の動作とした。うなずきの動作中は音量の判定は行っていない。

### 4. まとめ

本稿では、非言語情報の自動的振る舞いを追加したテレプレゼンスロボットを提示した。ロボットが遅延なくうなずきの振る舞いを返すことで、対話参加者が感じる遅延による話しづらさを軽減する。今後、うなずき以外の非言語情報の振る舞いを追加していきたい。

### 参考文献

- [1] 鎧沢勇, 滝川啓, 大久保榮, 渡辺義郎: 衛星通信を利用した画像会議におけるエコー及び伝搬遅延の影響, 電子通信学会論文誌(B), 1981.
- [2] Harvey Sacks, Emanuel A. Schegloff, Gail Jefferson: A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation, Language, 50, 4 Pt 1, 696-735, Dec 74.
- [3] 長谷川孔明, 中内靖: テレプレゼンスロボットによる無意識的身ぶりの表出が 発話交替に与える影響, 日本機械学会論文集 Vol.80, No.819, 2014
- [4] 瀬島吉裕, 渡辺富夫, 山本倫也: うなずき反応モデルを重畳した VirtualActor を介する身体的コミュニケーションの合成的解析, 日本機械学会, 2009.
- [5] 横山真男, 青山一美, 菊池英明, 帆足啓一郎, 白井克彦: 人間型ロボットの対話インタフェースにおける発話交替時の非言語情報の制御, 情報処理学会, 1999.