

# 遠隔ミーティングにおける発話権取得のための挙手動作ロボットの開発

櫻井 亜彩子†

福森 聡†

山本 倫也†

† 関西学院大学理工学部

## 1 はじめに

遠隔ミーティングにはウェブカメラとマイクを用いることが一般的であるが、発話衝突や、遠隔参加者の発話権の取得回数の減少が起りやすいといわれる。林らはこの理由として、身体性の欠如と、空間の不連続性を挙げている [1]。具体的に考えると、遠隔参加者が挙手で発話の合図をしたとしても、例えば、カメラやディスプレイの設置状況によって、それが伝わることが十分起りうるためであろう。ここで著者らは、遠隔ミーティング支援の研究が多く行われているものの、そのような場面における、動作1つ1つが与える影響についてはまだ十分に研究が行われていない点に着目した。とくに前述の挙手については、その影響は明らかにされていない。そこで本研究では、複数人による対面での会議（以下、現地側）に1人が遠隔で参加する（以下、遠隔側）場面を想定し、現地側に設置するロボットに、遠隔側の発話の合図として用いられる挙手動作を反映する遠隔挙手動作生成システムを開発した。これは、挙手動作ロボットという物理メディアが空間の不連続性を解消し、挙手動作が身体性の欠如を補うと考えられるためである。以下では、遠隔で操作できる挙手動作ロボットのプロトタイプを用いた評価実験について述べている。

## 2 遠隔挙手動作生成システム

### 2.1 システム構成

著者らの先行研究で、腕を想定した3自由度をもつロボット [2] と、スマートフォンで操作し手部だけが動作する簡易なロボット [3] の、2種類の挙手動作ロボットを開発しているが、いずれも遠隔利用は想定されていなかった。そのため本研究では遠隔地でも挙手動作ができるように遠隔挙手動作生成システムを新たに開発した。システム概要を図1に示す。マイコンボードとしてWiFiに直接接続できるArduino社のArduino YUNを使用した。動作生成のための入力デバイスとしてApple社のiPod Touchと、Blynk社のアプリBlynkを使用した。これらにより、インターネット経由でArduino YUNの

ポートを遠隔操作することができる。ここにサーボを接続し、アプリ上のボタンをタップすることでArduino YUNのピンを操作できるので、挙手動作を生成することができる。

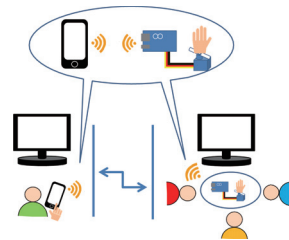


図1: システム概要

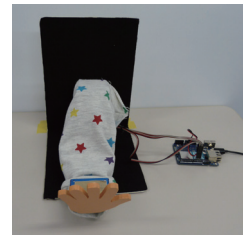


図2: 挙手動作ロボット

### 2.2 挙手動作ロボット

マイコンボードも含めた挙手動作ロボットの全体図を図2に示す。先行研究 [2] と同様に、ロボット本体は人の腕を模した形をしており、3自由度（Degree Of Freedom, DOF）構成となっている。関節部には3個のサーボモーターを使用しており、肩・肘・手首それぞれの関節が縦方向に1軸のみ回転する。ロボットの大きさは、机に設置して使用することを想定し、人の手のおおよそ1/2スケールとした。ロボットのサイズや使用した部品の詳細は表1の通りである。

表1: 挙手動作ロボットのサイズと構成要素

サイズ	幅 65 × 高さ 122 × 奥行 280 (mm)
関節部モータ	VS-S092J × 3
制御用基板	Arduino YUN
電源	DC 5V

### 2.3 挙手動作ロボットに導入する挙手動作

挙手動作には様々な特徴を持つことが確認されており、それぞれに印象の違いがある [2]。先行研究で、手を挙げるスピードが速く、肘を伸ばして、手を高く挙げた挙手が好印象を与えることが明らかになっているため、本研究においても、印象の良い挙手動作を導入することが望ましいと考えて、これらの動作特徴をロボットに導入した。

Development of Remote Raising Hand System via a Robot for Increasing to Take Speaker Turn in the Online Meeting

†Asako SAKURAI †Satoshi FUKUMORI †Michiya YAMAMOTO

†School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

### 3 評価実験

#### 3.1 目的と方法

2人の現地参加者と1人の遠隔参加者が3人一組でミーティングを行う場合を想定し、遠隔挙手動作生成システムの評価実験を行った(図3・4)。



図3: 現地側の様子

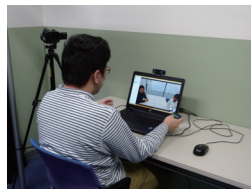


図4: 遠隔側の様子

実験では、Skypeによるビデオ通話中に、ロボットかディスプレイかのメディアの要因、発話したいタイミングで腕を挙げるか降ろすかの身体動作の要因の2要因、計4通りを評価させた(図5)。まず、3人のうち1人を遠隔で参加させ、発話の際はシステムを使用するよう指示したうえで、住みたいところ、遊びに行くところ、食べたい名物のいずれかの話題に対して、関西、関東、日本、海外のエリアを指定した4通りについて各4分ずつ意見交換をさせた。1つのエリアが終了するごとに、図6の各5項目のアンケート項目についてVASで回答させた。終了後、3人全員を遠隔参加させるためローテーションを行い、話題を変えて計12回の実験を行った。話題や要因の使用順はランダムとした。実験協力者は20-23歳の男性5組15人であった。



図5: 評価実験で用いた要因

現地側	遠隔側
1. 遠隔側の発話の意図が示されていた	1. 発話の意図を現地側に示すことができた
2. 相手が挙手しているように感じた	2. 自分が挙手しているように感じた
3. 遠隔側と話者交代が自然にできた	3. 話者交代が自然にできた
4. 手の動きにひきつけられた	4. 手の動きに相手の注目が集まった
5. 遠隔側の発話の回数が多いと感じた	5. 自身の発話の回数が多いと感じた

図6: アンケート項目

#### 3.2 結果

アンケートの結果に対して2要因分散分析を行った結果、全ての項目において交互作用は認められなかつ

た。一方、現地側の「2. 相手が挙手しているように感じた」において動作の要因に、「4. 手の動きにひきつけられた」においてメディアの要因に主効果が認められた(図7)。なお、これら以外の項目では、有意差は認められなかった。

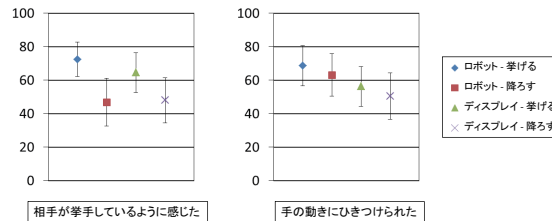


図7: 実験結果(現地側)

### 4 おわりに

本研究では遠隔挙手動作生成システムを開発し、評価実験を行った。アンケートの結果、システムを設置した現地側で要因の違いによる影響があったが、システムを設置しない遠隔側では影響がみられなかった。したがって、現地側の参加者が必要とするシステムを設置することで、遠隔ミーティングを円滑にできる可能性が示された。遠隔側の参加者にとってどのような効果の違いがあったかは、今後分析を進める必要がある。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究(B)16H03225等の支援によって行われた。ここに感謝する。

### 参考文献

[1] 林 育実, 米村 俊一: 遠隔地に発話意図をしぐさで伝えるメディアーションロボットの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, No.114, Vol.217, pp.13-16, (2014).

[2] S. Aoyagi, R. Kawabe, M. Yamamoto, T. Watanabe: Hand-Raising Robot for Promoting Active Participation in Classrooms, Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction, LNCS 9173, pp.275-285, (2015).

[3] 野田 圭太朗, 河辺 隆司, 山本 倫也, 青柳 西藏: 集団コミュニケーション支援のための小型挙手ロボットの開発, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014 講演論文集, pp.927-928, (2014).