

J-015

## ビデオ会議における遅延による影響の軽減を目指した再生状況提示 Visual Feedback to Grasp Remote Participant's Response Timing for Reducing Influence of Delay on Video Conference

村田 和義<sup>†</sup> 服部 真承<sup>‡</sup> 渋谷 雄<sup>†</sup>  
Kazuyoshi Murata Masatsugu Hattori Yu Shibuya

### 1. はじめに

ネットワークを介したビデオ会議では、音声や映像の処理やデータの送受信に要する時間が必ず存在する。そのため一方が話し始めてから、それが他方に知覚され始めるまでに時間差、すなわち遅延が生じることになる。遅延環境下でのビデオ会議では、図1に示すように一方の話者の発言が相手側で遅延の大きさ分遅れて再生される。またそれに対する相手の応答発言も話者側で遅延の大きさ分遅れて再生される。そのため話者が発言をしてから相手の応答を実際に聞くまでの間隔は、話者の発言を相手側で再生してからそれに対して応答をするまでの間隔に往復の遅延の大きさを加えたものとなる。その結果、話者は相手の応答タイミングを把握できず会話が混乱する場合がある。また相手が発言を開始していることに気付かず発言を開始してしまうと、発言の途中で相手の発言に割り込まれる事態が生じる。以降、このような割り込みを「意図しない割り込み」と呼ぶ。意図しない割り込みは円滑な会話を阻害し会話の混乱につながる<sup>[1]</sup>、また遅延が大きくなるにしたがって増加すること<sup>[2]</sup>が報告されている。

本研究では、ビデオ会議において自分の発言が相手側で再生される状況を視覚的に提示することにより、応答タイミングの把握を容易にし、意図しない割り込みの発生を軽減する手法を提案する。この手法を再生状況提示と呼ぶ。

### 2. 再生状況提示

再生状況提示には音声に対するものと映像に対するものの2種類からなる。再生状況提示の例を図2に示す。

#### 2.1 音声の再生状況提示

音声の再生状況提示として図2に示す音声波形の表示を行う。この表示は再生音声の時間変化を表しており、表示中央が現在、左側に行くほど過去に再生された音声を表す。

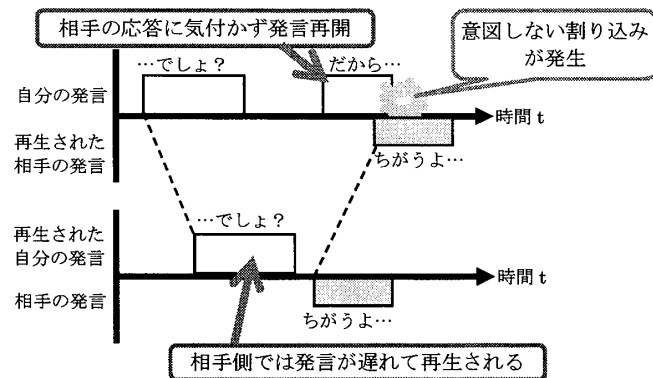


図1 遅延による意図しない割り込みの例

<sup>†</sup> 京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology  
<sup>‡</sup> 関西大倉高等学校 Kansai Ohkura Senior High School

上段の波形は自分側で再生される相手の音声の振幅を表しており、相手側で行われた発言が自分側で再生されると同時にそれに対応した波形が上段の中央部（黒色矩形の左端）から出現し、時間の経過とともに一定速度で左へスクロールする。下段の波形は自分の発言の入力音声を表しており、自分が発言を始めると同時に、入力音声に対応した波形が下段の黒線から出現し、一定速度で左にスクロールする。この黒線は中央から往復遅延分右にずれて表示されており、黒線から出現した波形が下段中央の破線と黒線のちょうど中間に達した時点で自分の音声相手側で再生開始されることになる。そこからさらに片道遅延分左にスクロールしたところが中央の破線の位置となる。つまり、下段破線上の音声波形は、上段の波形が出現するタイミング、すなわち現在再生されている相手の発言が行われた時点において相手側で再生されていた部分となる。

これらの波形提示により、相手の発言の波形と自分の発言の波形との位置関係を見ることで、相手が自分の発言のどの部分で応答を返したのかを把握することができると考えられる。また波形の形を見ることで、自分の発言のどの部分が再生されているかをある程度推測することが可能となり、自身の不要な発言を控えることができると期待される。

#### 2.2 映像の再生状況提示

ビデオ会議での対話は音声によるやり取りだけでなく、うなずきや身振り手振りのように映像を利用した非言語情報によるやり取りも頻繁に行われる。そこで映像に対する

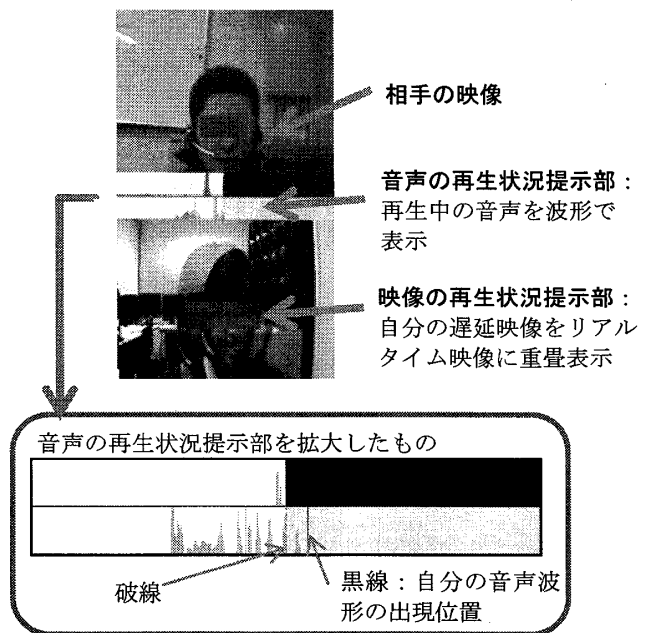


図2 再生状況提示の例

再生状況提示として図2に示すように、往復遅延分遅らせた自分の映像を、リアルタイム映像に重畳表示する。これにより遅らせた映像と自分側で再生される相手の映像との対応を見ることによって、相手の動作が自分のどの動作に対して行われたかを把握することができると考えられる。

### 3. 評価実験

#### 3.1 実験の目的

本実験の目的は、遅延環境下のビデオ会議において再生状況提示を用いることにより遅延の影響を軽減できること、すなわち、(i)相手の応答タイミングを把握できること、および(ii)意図しない割り込みが減少することを確認することである。

#### 3.2 実験手順

被験者は20代の情報系の学生および社会人合計12名とし、2人1組計6組について実験を行った。実験では、従来のビデオ会議のように相手の映像・音声に加えて自分のリアルタイム映像が提示されるシステム(以降「従来手法」と表記)、および図2に示す相手の映像・音声に加えて音声・映像に対する再生状況提示が提示されるシステム(以降「提案手法」と表記)の2種類のシステムの比較を行った。また、遅延の大きさとして、往復0秒、1.0秒、2.0秒の3種類を設定した。

被験者には3分間で「2人で食事に行くことにしました。何を食へに行くか3つ候補を決めてください。」のように2人で相談して3つ項目を決めるタスクを与えた。タスクは実験条件ごとに異なるものとした。また実験を開始する前に、被験者には再生状況提示を実際に使った対話を行わせることにより再生状況提示に慣れさせた。また、実験条件とタスクの組み合わせの順番が各被験者間で同一にならないようにカウンターバランスを取った。さらに主観評価のために各タスク終了後にアンケートに回答させた。

#### 3.3 結果と考察

音声の再生状況提示の結果について、タスク終了後のアンケート項目のうち「自分の発言に対する応答タイミングがわかりましたか(5:わかった~1:わからなかった)」に対する回答結果を図3に示す。従来手法および提案手法のそれぞれについて分散分析を行った結果、従来手法において遅延の大きさの主効果が有意であった( $F(2,11)=4.696, p<.05$ )。また多重比較を行った結果、遅延2.0秒の評価値が遅延0秒の評価値よりも有意に低いことがわかった。し

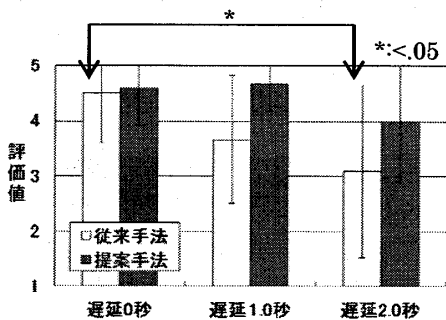


図3 質問: 自分の発言に対する応答タイミングがわかりましたか

かし、提案手法においては有意な差はみられなかった( $F(2,11)=2.714, n.s.$ )。このことから、従来手法において遅延が2.0秒になると自分の音声に対する相手の応答タイミングは把握しにくくなるが、提案手法では遅延が2.0秒あっても遅延0秒とほとんど変わらないということがわかる。

実験中に観測された意図しない割り込みの割合を式(1)で算出した。その結果を図4に示す。t検定を行った結果、遅延1.0秒ではシステム間に有意な差はみられなかったが、遅延時間2.0秒においてシステム間に有意な差がみられた( $p<.05$ )。

$$\frac{\left[ \begin{array}{l} \text{ある発言に続いて再び自分が発言した際に、} \\ \text{相手の発言に割り込まれた回数} \end{array} \right]}{\text{タスク遂行中の自分の発言数}} \quad (1)$$

これらの結果から、遅延が往復2.0秒程度になると、音声の再生状況提示を用いることで、再生状況提示を用いない場合よりも応答タイミングを把握しやすくなり、意図しない割り込みを減らすことができたと考えられる。

映像の再生状況提示の結果については、従来手法と提案手法との間に注目すべき差がみられなかった。これは今回のタスクが音声による会話のみでも遂行できる内容であり、映像がほとんど利用されなかったためであると考えられる。そのため、今後は動作伝達のタイミングや画面内の位置を動作で指定するようなタスクを用いた実験を行う必要がある。また、被験者から映像の重なりを邪魔に感じているとの意見も得られた。よって、大きな動作がある場合に限り映像の再生状況提示を行うなど、再生状況提示としての効果を保ちつつ、重なりが邪魔にならないような提示にする必要があると考えられる。

### 4. おわりに

本研究では、遅延環境下でのビデオ会議における遅延の影響を軽減する手法として、再生状況提示の提案と評価を行った。評価実験の結果、往復遅延が2.0秒程度の場合に遅延の影響を軽減できることを示すことができた。

#### 参考文献

- [1] K. Ruhleder and B. Jordan, "Co-constructing non-mutual realities: delay-generated trouble in distributed interaction," Computer Supported Cooperative Work, Vol.10, No.1, pp.113-138, (2001).
- [2] 長岡千賀, 小森政嗣, 中村敏枝, "音声対話における伝送遅延が発話の時間特性に及ぼす影響," ヒューマンインタフェースシンポジウム2004論文集, pp.531-534, (2004).

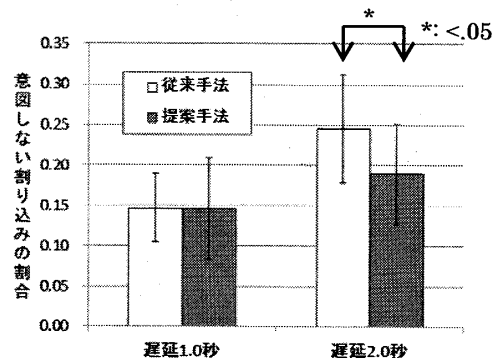


図4 意図しない割り込みの割合