

遠隔会議における発話促進のための 並行対話システムの提案

鳥山 英峻[†] 石田 繁巳[†] 白石 陽[†]
公立ほこだて未来大学システム情報科学部[†]

1. はじめに

近年、リモートワークやオンライン授業などの遠隔対話システム上での会議（遠隔会議）の需要が急激に増加している。一般に、遠隔会議は対面での会議（対面会議）と比較して会議あたりの参加者の発話総数が少ないことが報告されている。この原因の一つとして、ひそひそ話のような並行した対話（並行対話）が行われているか否かの違いが挙げられる。会議中における個人間での並行対話は、定期的な雑談に発展しやすい行為である。文献[1]では、会議中の定期的な雑談は、議題に対しての細かな疑問の解消、議論の活性化、知的創造プロセスの手助けになるなど様々な利点が報告されている。

しかし、遠隔会議システムは一つの対話セッションを前提として設計されており、並行対話の実現は難しい。そのため遠隔会議は、発話への心理的負担が高く、会議参加者が自ら発話を抑制してしまう。実際、文献[2]では遠隔会議は対面会議に比べ、発話予備動作から発話に至る確率が低いことが報告されている。参加者は会議中に、発話衝動の抑制が繰り返されることで、議論への興味が失われてしまう。文献[3]では、遠隔会議の参加者数が多くなるほど会議への貢献感が減少しやすく、議論内容への理解度が低下することが報告されている。そのため、冗長な会議を回避するために、参加者数が多い会議ほど貢献感を向上させる発話を促進することが重要となる。

本研究の目的は、対面会議のひそひそ話のような並行対話を実現し、遠隔会議の円滑さを向上させることである。この目的に向けて、本研究では同時に複数の対話が可能な遠隔会議システム（並行対話システム）を提案し、会議参加者の発話促進を目指す。

2. 関連研究

文献[4]では、遠隔会議の議論の場において発言が少ない消極的発話者の発言率向上を図るため、音声によって参加者の発話タイミングを支援するシステムを提案している。結果として、一時的に消極的発話者の発言率は向上したが、非消極的発話者は支援システムなしの方が議論しやすいとのアンケート結果が報告されている。そのため、会議参加者の自由なタイミングで発話を行えることは、発話を支援するにあたって重要な要素であることが考えられる。文献[5]では、参加者の意思疎通の困難さに着目し、意思表示を簡略化するボタンシステムを提案している。また、ボタンは匿名性を保ちながら使用することができる。結果として、「賛同します」のボタンが最も使用されたが、「意見あります」の発話欲求を表すボタンは発言につながるため、使用頻度が平均して低かったことも報告されている。この結果から、発話の意思表示を簡略化しても議論を一時的に遮るため、潜在的な

発話抑制は変化せず、発話の促進にはあまり効果がないことが考えられる。これらの研究に対し、本研究では、参加者同士自由なタイミングで個人間のプライベートな対話を実現する。

3. 提案手法

3.1 並行対話システムの要件とシステム構成

提案システムは、並行対話を実現するための要件として、プライベートな対話相手を選ぶことが可能であり、2つの対話音声を聞き取りやすくする必要がある。2つの対話音声は共通議題の音声とプライベートな対話音声を指す。提案システムは、これらの要件を満たすため2つのサブシステムから構成される。

相手選択サブシステムは、会議参加者が議論中に並行的な対話を行えるように、相手を選択可能にするための処理を行う。画面上に会議参加者を表すアイコンを半円形状のテーブルに沿うように、一定間隔で配置して、対面会議のような参加者配置を擬似的に再現する。このとき、システム使用者の顔の角度を用いて、擬似的に配置されたどの会議参加者アイコンに向いているかにより並行対話の相手選択を行う（図1）。

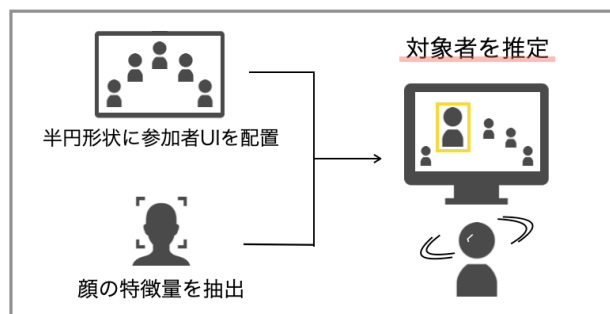


図1 相手選択サブシステム概要

聞き取りサブシステムは、共通議題の対話音声と並行した対話音声を加工することで音声の重複と認知的な負荷を軽減する。音声加工は、並行発話者と発話対象者の擬似的な位置関係を活用して、並行発話された音声に指向性を付与し、対面会議のような音源環境を再現する。他にも認知性を向上させるため、並行発話された音声の細かな音量調整を行う。

3.2 サブシステム実装

相手選択サブシステムを実装するため、ブラウザ上で会議参加者アイコンを自由に配置するUI作成が可能なReact.jsを使用する。顔の特徴量抽出にはMediaPipe Face Meshを使用する。並行対話の対象者選択のための顔の角度推定アルゴリズムは、文献[6]を参考にしている。

聞き取りサブシステムを実現するため、ブラウザ上での音声処理が可能であるWeb Audio APIと、WebRTCを用いた複数の音声回線を使用する。遠隔会議で使用される複数の音声回線のデバイス接続先をWeb Audio APIに出力して加工したのち、並行発話音声が付与された対話音声を会議参加者のステレオデバイスに出力する。

4. 実験および考察

4.1 実験目的

本実験の目的として、提案システムを構成する2つのサブシステムを検証・評価し、並行対話システムの要件を満たしているか明らかにすることである。

4.2 相手選択サブシステムの評価

相手選択サブシステムの評価実験では、半円形状に配置した参加者を顔の角度で選択する際の使用感について調査した。実験方法として、半円形に配置された会議参加者を表すアイコンに対して、顔を動かして対話相手を選択させ、アンケートに回答させる形式で行った。評価項目として、現在設定している相手を選択する際の顔の角度の閾値は、会議参加者のアイコン配置に対して直感的であるかユーザ評価を用いて調査した。ユーザが本サブシステムを評価する参加者アイコンの配置数は、会議の想定人数から3,5,7の3つである。サブシステムの直感性について、それぞれの配置ごとに計3名に回答させた結果を図2に抜粋する。

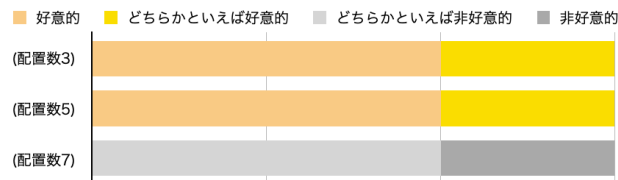


図2 並行対話相手選択の直感性に対するアンケート結果

4.3 聞き取りサブシステムの評価

聞き取りサブシステムの評価実験では音声加工を用いた際の並行発話音声の認知精度について調査した。実験方法として、被験者に並行発話音声が付与された11種類の会議音声を順番に聞きとらせ、アンケートに回答させる形式で行った。評価項目として、並行発話音声の指向性や音量調整が、内容の認知性と並行発話者の識別性にもたらす影響を、ユーザ評価を用いて調査した。ユーザがサブシステムを評価する際の音声データは、6人での会議を想定したものと、12人での会議を想定したものがある。それぞれの音声データごとに計5名に回答させたアンケートの結果を図3に一部抜粋する。

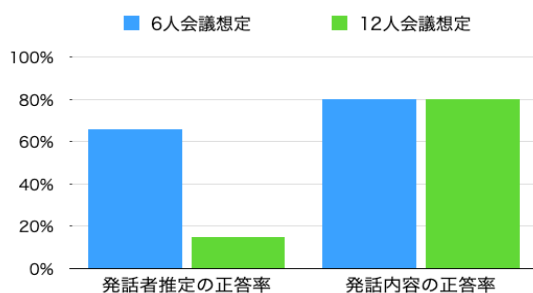


図3 並行発話者の推定と発話内容の平均正答率

5. サブシステムの改善

相手選択サブシステムの直感性に関するアンケートの結果から、参加者アイコンが多くなるほどにアイコンごとに割り当てられる顔の角度の範囲に制限が生じ、直感性に否定的な意見が多くなることが明らかになった。改善案として、半円形状に配置する会議参加者アイコンの数を制限し、人数が多くなる場合は並行対話の相手をユーザに選択させる。具体的には、4.2節の評価結果より同時表示できるアイコン数を5名に制限することを検討し

ている。本システムを用いて6名以上で会議を行う際は、選択させた並行対話の対象者の入れ替えをマウス操作で常時可能にする(図4)。これにより、会議人数の増加による参加者アイコンごとに割り当てられる顔の角度の範囲の制限の解消を目指す。

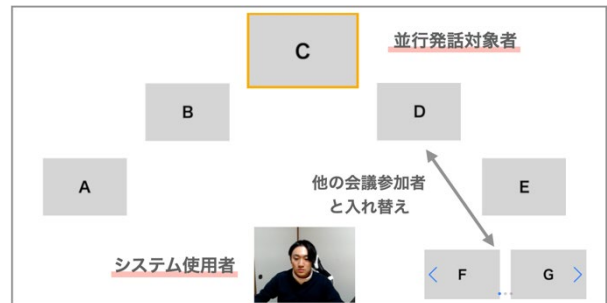


図4 改善した相手選択サブシステム

聞き取りサブシステムでは、発話者推定の結果から、人数が増えると、聴覚情報のみでの発話者推定は難しいことが明らかになった。改善案として、どの並行発話者から発話されたかを示す、認知性の補助の必要性が明確になった。具体的には、誰が自身と並行対話したいのか、並行発話しているのかをテキストで表示し、システム使用者の並行発話者推定精度の向上を目指す。

6. おわりに

本研究の目的は、対面会議のひそひそ話のような並行対話を実現し、遠隔会議の円滑さを向上させることにあたる。本稿では提案システムの要件について述べ、要件を満たすための2つのサブシステムを提案し、検証と評価を行った。実験結果から改善案を考案し実装した。

実験の結果から、対話相手を選択するための参加者アイコンが多くなるほどシステムを直感的に感じる人は少なくなること、付与した並行音声の加工方法では会議参加者の想定人数が増えると発話者推定は難しいことを示した。また、参加者UIを直感的に感じる最適数に固定し、発話者の欲求と並行発話者をテキストに表示する改善案を実装した。今後は、改善した2つのサブシステムからなる並行対話システムの実装と評価を進める。

参考文献

- [1] 中山駿, 永吉実武: オンライン会議環境での知識創造の阻害要因と克服策, 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集, pp.9-12 (2017).
- [2] 玉木秀和, 東野豪, 小林稔, 井原雅行: 発話がぶつからないWeb会議を実現するための発話欲求伝達手法, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.275-283 (2013).
- [3] Cao Hancheng, et al.: Large Scale Analysis of Multitasking Behavior During Remote Meetings, Proc. 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1-13 (2021).
- [4] 鍋谷航平, 村岡泰成, 石川誠彬, 江木啓訓: 消極的発話者の発言率向上を目的とした音声による個別指示議論支援システムの開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2021)シンポジウム, pp.766-773 (2021).
- [5] 阿部花南, 築館多藍, 桑宮陽, 小林稔: 会議円滑化支援を目的とした気持ち可視化ボタンの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2021)シンポジウム, pp.774-783 (2021).
- [6] 徳原耕亮, 荒川豊, 石田繁巳: 顔きのリアルタイムフィードバックによるビデオ会議支援手法の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2021)シンポジウム, pp.953-959 (2021).