

VR 青空会議システム：雑談を支援するための3次元遠隔会議システムの実装

冠雄太^{1,a)} 中島亮太¹ 富山達朗¹ 飛田博章¹

概要：ビジネスや教育の分野で遠隔会議ツールを使う機会が増えている。Zoom等の2次元遠隔会議ツールは特定の議題について話し合うには便利だが、参加者全員に声が聞こえてしまうため、雑談をするのが難しい。しかし、ビジネスにおいて雑談には重要な役割がある。本論文で提案するVR青空会議システムは、会議の休憩時間に参加者が自然豊かなフィールドを散歩しながら雑談できることを目指した。遠隔会議は対面会議に比べてコミュニケーションロスに陥りやすいが、デザイン的に屋外会議の要素を取り入れることで、参加者にリラックスした集中状態をもたらし、雑談が生まれやすくなることを期待した。機能面では、誰に話を聞かれているか分かる安心感を生み出すことと、会話に加わっていない参加者が半球を目指して集まってくるような効果を目的として、音声が届く範囲を半球エフェクトで表示するように実装した。

1. はじめに

COVID-19のパンデミックによって、ビジネスや教育で遠隔会議ツールを使う機会が増えている。Zoom等の2次元遠隔会議ツールは特定の議題について話し合うには便利だが、参加者全員に声が聞こえてしまうため、雑談をするのが難しい。しかし、ビジネスにおいて雑談には重要な役割[1]がある。テレワーカーを対象とした研究では、雑談が組織を強化するという結果[2][3]が出ている。休憩中の雑談を重要視する企業は多く、IKEAはコーヒープレイクが単なる休憩ではなく、同僚と時間を共有して繋がりを作りリラックスする機会であり、最高のアイデアや決断はコーヒープレイク中に生まれると、その重要性を強調[4]している。これらの事柄から、高い生産性を実現するために、会議だけではなく雑談ができる遠隔会議ツールが求められていると考えられる。

雑談に特化した2次元遠隔会議ツールとしてSpatialChat[5]があり、Googleやハーバード大学で利用されている。距離による音声の減衰（音声距離減衰）によって一部のユーザのみに聞こえる雑談を実現しているが、2次元空間であるため、アイコンが動き回るだけの単調な画面になってしまう。3次元空間のVRChat等は、多様なVR空間により雑談が促されるが、画面共有やテキストチャット等の遠隔会議向け機能が不十分である。一方で、ビジネス向けVRのNEUTRANS BIZでは遠隔会議向け機能は十分にあるが、フォーマルで堅苦しいデザインや、音声が届いているか分からないという問題がある。これらから、既

存の遠隔会議ツールでは会議と雑談の両立は難しいと考えられる。



図1. システム概要

本論文で提案するVR青空会議システムは、会議の休憩時間に参加者が自然豊かなフィールドを散歩しながら雑談できることを目指した。雑談しやすい環境を作るには、話したい相手にだけに音声が届く状態にすることが有効である。Zoomのようにブレイクアウトルームで参加者を分割するか、音声距離減衰で聞こえる範囲を制御する方法が考えられるが、ブレイクアウトルームは他のセッションの様子が分からないという問題があるため、本システムでは音声距離減衰を採用した。また、音声距離減衰の範囲を半球エフェクト以下、(可視化半球)により可視化した。会議機能のみが有効な状態(以下、会議モード)から雑談を支援するようなブレイクアウト機能も有効な状態(以下、雑談モード)に切り替えると、アバターを中心に音声が届く範囲を表す小さな可視化半球が表示され、これはアバター同士の距離が近づくと合体して大きな可視化半球に変わる。これによって、他のユーザが雑談をしている場所が分かる

¹ 東京都立産業技術大学院大学
Advanced Institute of Industrial Technology, Tokyo 140-0011, Japan
a) a2011yk@aait.ac.jp

ようになるため、雑談が盛り上がっている場所を探して参加することが可能になり、雑談への参加が促進されることを期待される。さらに、半球に包まれることで雑談しやすい個室のような安心感を生み出す効果も期待できる。

本論文では、遠隔会議向け機能と、自然風景や可視化半球による雑談しやすさを兼ね備えた遠隔会議ツールのデザインと実装について述べる。

2. VR 青空会議システム概要

VR 青空会議システムには、会議モードと雑談モードがある。会議モードは会議機能のみが有効で会議やディスカッションを行うモードであり、雑談モードはブレイクアウト機能も有効化され、その機能を活用して雑談を行なうモードである。



図2. 会議モード: 自分の視点(上), 他のユーザの視点(下)

2.1 会議モード

VR 青空会議システムの会議機能のユーザーインターフェース(図2)について説明する。VR 青空会議システムはユーザの名前や顔画像を表示するプロフィール画面が無い。その代わりにユーザは共有仮想空間に動物のアバター[6]として参加する。アバターの頭上にユーザ名が表示されるため、アバターがユーザを判別することができる。また、アバターはマウス操作と視点切替ボタンにより自然豊かな共有仮想空間内を自由に散歩することもできる。これは既存の遠隔会議ツールにはない機能である。

また、VR 青空会議システムは Zoom や GoogleMeet などの既存の遠隔会議ツールと同様に遠隔会議に必要な機能も

備えている。例えば、ユーザ間でマイク通話するためにボイスチャット機能、会議資料を共有するために共有仮想空間内に画面共有スクリーンがある。画面下のツールバーにはボイスチャットのミュート ON/OFF 切替やアピール(挙手)、ルーム退出など、各種機能のボタンが配置されており、テキストでコミュニケーションをとりたい場合にはツールバーにあるテキストチャットボタンを押すことで画面右側にテキストチャットの UI が表示され、使用することができる。



図3. 雑談モード: アバターの周りに音声距離減衰を可視化した半球エフェクト(可視化半球)を表示(上), アバター同士が近づいて可視化半球が合体(中), アバターが離れて可視化半球が分離(下)



図 4. 発話のパーティクル表示

2.2 雑談モード

VR 青空会議システムは、会議の休憩時間にユーザが自然豊かなフィールドを散歩しながら雑談できることを目指した。遠隔会議は対面会議に比べてコミュニケーションロスに陥りやすいが[7]、デザイン的に屋外会議の要素を取り入れることで[8]、参加者にリラックスした集中状態をもたらす[9][10]、雑談が生まれやすくなることを期待した。

会議モードから雑談モードへの切り替えはツールバーにあるボタンを使用する。会議モードでは、ボイスチャットの音声はルーム内の全ユーザにブロードキャストされるのに対して、雑談モードでは共有仮想空間内のアバター間の距離に応じて音声が減衰する。つまり現実世界と同様、アバター同士が近くにいと互いの声が聞こえやすく、遠くにいく程は聞こえづらくなる。加えて、図 3 に示すように音声の届く範囲はアバターを中心とした可視化半球で視覚的に表示される。この半球内に他のアバターが入ると、ユーザ同士が会話できるようになるだけでなく、それぞれの可視化半球が合体し、一つの大きな可視化半球となって表示される。そしてアバターの距離が離れると分離し、元の大きさに戻る。

また、発話中はアバターからパーティクル（粒子状のエフェクト）が上空に放出されるため、遠方からでも誰かが会話をしていることを把握することができる。

3. 実装

VR 青空会議システムには様々な機能があるが、まずユーザ間のネットワーク共有の実現について述べ、特徴である雑談モードの音声距離減衰と音声距離減衰の範囲の可視化、発話時のパーティクル表示（図 4）について述べる。

3.1 各ユーザ間のネットワーク共有

共有仮想空間の実現のためにはユーザ間のデータを共有する必要があるが、Photon Cloud というクラウドサービスと Photon Unity Networking 2 というアセットを組み合わせることによって実現している。

Photon Cloud はネームサーバ、マスターサーバと、ゲームサーバによって構成されている。ネームサーバはユーザを適切な国・地域のマスターサーバに転送し、マスターサーバはユーザのマッチメイキングとルームが作成されているゲームサーバへの転送を行う。ゲームサーバでは、同ルームのユーザ間のデータを連携する。VR 青空会議システムはログインシーンと会議シーンで構成されており、ロビーではログインシーン、ルームでは会議シーンを表示している（図 5）。

3.2 音声距離減衰

音声距離減衰を実現するためには 3D サウンドの設定をする必要がある。3D サウンド設定では音の広がり方、音が聞こえる距離や、音量の減衰の仕方などを設定することができる。また、VR 青空会議システムには会議モードと雑談モードがあり、モードに合わせて 2D サウンド設定（座標に関わらず聞こえ方が同じ）と 3D サウンド設定（座標に応じて聞こえ方が変わる）を動的に切り替えている。会話モードでは 2D サウンドを設定し、雑談モードでは 3D サウンドを設定している。

3.3 音声距離減衰の範囲の可視化

音声距離減衰の範囲の可視化は、半球内のアバター数を監視することで実現している。アバター数が 1 より大きい（自分以外のアバターが存在している）場合、全アバターの座標ベクトルから中心座標を算出し、各アバターが所有する可視化半球のサイズにグループ化した場合のサイズを、座標に中心座標を設定している。またアバター数が 1（自分のアバターのみ存在している）の場合、自分のアバターが所有する可視化半球のサイズにグループ解除した場合のサイズを、座標に自分のアバターの座標を設定する（初期状態に戻すということ）。この一連の処理を毎フレーム実行することで、音声距離減衰の範囲の変化をリアルタイムで反映している。

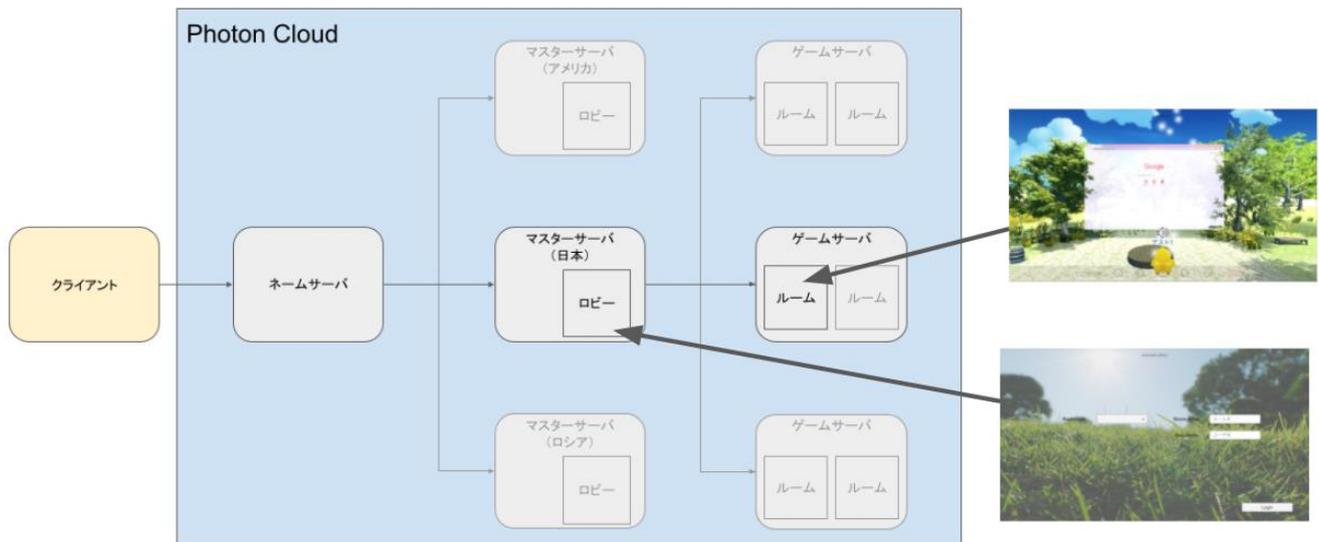


図 5. VR 青空会議システムのネットワーク構成図

3.4 発話時のパーティクル表示

発話時のパーティクル表示を実現するために Photon Voice View (PVV) コンポーネントが必要である。VR 青空会議システムでは、音声共有を Photon Voice 2 というアセットを使用することで実現しており、アセットに含まれる PVV コンポーネントから自分の発話状態と他のユーザの発話状態を取得することができる。これらの値から発話中かどうかを判定して、発話中であればパーティクルエフェクトを再生している。また発話中の判定については、PVV コンポーネントで閾値と遅延時間を設定することで調整が可能である。

4. 考察

機能面では、音声が届く範囲を可視化半球で表示することで、誰に話を聞かれているか分かる安心感を生み出すことと、会話に加わっていないユーザが可視化半球を目指して集まってくることで、雑談への参加を促進する効果を目的として可視化半球の実装を行った。

会議ツールの機能として、テキスト・ボイスチャット、ミュート、画面共有機能や、挙手機能を実装した。プライベートテキストチャットや Google Meet を介さない画面共有についても、実装を進めていたが現状は実装できていない。ユーザーアイコンは自身のビデオ映像ではなく、親しみやすさを与えるために 2 頭身のアバターにした。アバターの移動についてはスポット選択によるワープとジョイスティックを実装することで可能にした。ワープが唐突な印象を与えてしまう点、ジョイスティックの操作が散歩体験と呼ぶには単調である点にも改善の余地が残っている。また、UI は Google Meet を参考にしており、自然背景や雑談を活かすようなデザインでないという課題がある。特に、共有画

面を表示するスクリーンは人工物感が強く、自然背景へ溶け込んだデザインを十分に検討できていない。

既存の VR プラットフォームの問題点を調査した研究 [11]では、「相手が自分の話を聞いているかどうか分からない」という問題が指摘された。SpatialChat や NEUTRANS BIZ では、雑談を実現するために音声距離減衰を採用しているが、音声の聞こえる範囲が不明確で誰に話を聞かれているのか分からない。VR 青空会議システムでは可視化半球を実装することで音声距離減衰の範囲を可視化した。しかし、現状では可視化半球と音声距離減衰の範囲が正確に一致していない問題がある。具体的には複数人が集まって可視化半球が大きくなると、表示されている範囲でも音声が届かない場所ができるという問題である。

また、現在の仕様では音声距離減衰の範囲を固定しているため、人数に比例して可視化半球が拡大するような機能は実現できていない。今後はこの機能に加え、拡大に合わせて音声距離減衰の範囲を動的に変更するような実装を検討していきたいと考えている。さらに、可視化半球内の雑談の盛り上がりを実装することで、可視化半球外のユーザの雑談への参加をサポートするような機能の実装や、可視化半球内のユーザが含まれていることを直観的に理解できるような UI の検討をしていきたいと考えている。

5. まとめ

本論文では、会議の休憩時間に参加者が自然豊かなフィールドを散歩しながら雑談できる VR 青空会議システムについて述べた。共有仮想空間に参加する複数の参加者に対し、会議を行うための基本機能と、雑談を支援するためのブレイクアウト機能を実現した。

今後は、ユーザテストによりシステムの有効性を検証する予定でいる。提案システムが会議や雑談の活性化に対して、どの程度有効かを検証する予定でいる。

参考文献

- [1] Kraut, R. E., Fish, R. S., Root, R. W. and Chalfonte, B. L.: *Informal communication in organizations: Form, function, and technology*, 1990, Sage Publications, Beverly Hills, CA.
- [2] 赤堀渉, 中谷桃子, 橋本遼, 山下直美, 在宅勤務が職場の関係性及びメンタルヘルスに及ぼす影響, 情報処理学会, 2021, インタラクション, INT21001.
- [3] Martha J. Fay & Susan L. Kline, *The Influence of Informal Communication on Organizational Identification and Commitment in the Context of High-Intensity Telecommuting*, *Southern Communication Journal*, 2012, 77:1, 61-76.
- [4] “Is this the sweet secret to Swedish success? ”. <https://www.bbc.com/worklife/article/20160112-in-sweden-you-have-to-stop-work-to-chat/>, (参照 2021-12-16).
- [5] “In-person virtual meetings - SpatialChat” . <https://spatial.chat/>, (参照 2021-12-16).
- [6] Nick Yee, Jeremy Bailenson, *The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior*, *Human Communication Research*, Volume 33, Issue 3, 1 July 2007, 271–290.
- [7] Oeppen, R. S., Shaw, G., & Brennan, P. A.. *Human factors recognition at virtual meetings and video conferencing: how to get the best performance from yourself and others*. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*, 2020, 58(6), 643–646.
- [8] Gray T, Birrell C. *Are Biophilic-Designed Site Office Buildings Linked to Health Benefits and High Performing Occupants?* *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014; 11(12):12204-12222.
- [9] Bälter, Olle & Hedin, Björn & Tobiasson, Helena & Toivanen, Susanna.. *Walking Outdoors during Seminars Improved Perceived Seminar Quality and Sense of Well-Being among Participants*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018, 15. 303.
- [10] Kate E. Lee, Kathryn J.H. Williams, Leisa D. Sargent, Nicholas S.G. Williams, Katherine A. Johnson, *40-second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration*, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 42, 2015, Pages 182-189, ISSN 0272-4944.
- [11] Liu Qiaoxi, Steed Anthony, *Social Virtual Reality Platform Comparison and Evaluation Using a Guided Group Walkthrough Method*, *Frontiers in Virtual Reality*, 2021, 2, 52.