



生体情報と Avatar を用いた MR 音楽セッションシステム AvaPro の拡張によるセッション感覚の変化の考察

Enhancing the Perception of Musical Sessions through
AvaPro: An MR Music System Using Biometric Data and Avatars

伏田昌弘¹⁾, 平林真実²⁾

Masahiro FUSHIDA, Masami HIRABAYASHI

- 1) 株式会社マーブル (〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 4-8-14, fushida.masahiro@marble-corp.co.jp)
2) 情報科学芸術大学院大学 (〒503-0006 岐阜県大垣市加賀野 4 丁目 1 番地 7, hrr@iamas.ac.jp)

概要: 本研究では、手のジェスチャーを含む身体動作と体温・心拍などの生体情報をパラメータとして用い、アバター化した音源を操作して即興演奏を行う MR 音楽セッションシステム「AvaPro (Avatar Improvisation)」を拡張した。具体的には、同時体験人数を 2 名から 3 名へと拡大し、各演奏者が Drum, Bass, Keyboard を個別に担当する役割分担を導入した。実験の結果、演奏者は自分の担当音を明確に把握でき、周囲の音を聴きながら自分の音を変化させることで、従来よりもセッション感覚を得やすくなる可能性が示唆された。

キーワード: 複合現実, 空間共有, 音楽セッション体験, 生体情報

1. はじめに

複数の演奏者が互いに影響を及ぼし合いながら共に作り出す音楽空間においては、演奏者同士の相互作用が音楽の生成プロセスに深く関わっている。つまり、個々の演奏者は自らの音を奏でるだけでなく、他者が発する音に反応し、即興的に音楽を形成していく。このような即興演奏における演奏者間のコミュニケーションや身体性は、音楽の創造性を際立たせる重要な要素であり、音楽表現の本質的な側面を示すものである。

我々は先行研究 [1] において、手の動きを中心としたジェスチャーに加え、体温・心拍といった生体情報を活用してアバター化した音源を使って、即興的な音楽セッションを可能とする MR 音楽セッションシステム「AvaPro (Avatar Improvisation)」を開発した。しかし、このシステムには、1 人が複数の楽器を扱い、同じ音源のセットを他の演奏者も扱うため、自分自身が操作する音の認識が困難であり演奏者間のセッション感覚が希薄になるといった課題が存在した。

本研究では、通常のセッションにおける演奏形態、すなわち各演奏者が固有の楽器を担当しながらセッションを行うという、本来のセッションモデルに近い形式を導入することで、セッション感覚が向上するかを検証した。具体的には、同時参加者数を従来の 2 名から 3 名へと拡張し、各参加者がドラム、ベース、キーボードといった異なる楽器を明確に担当するシステムを構築した。このシステムにおいて、参加者のセッション感覚の変化を評価することを目的とした。

2. 研究目的

本研究の目的は、AvaPro システムを用いて同時体験者数を従来の 2 人から 3 人に増やし、それぞれが異なる音(楽器)を担当することで、より明確な「セッション的な感覚」を演奏者が得られるかを検証することである。

3. 先行事例・関連研究

「Avatar Jockey」[2] は、MR 空間にアバターを音源として配置し、音楽空間を構築するシステムである。マルチプレイに対応しているものの、音源の操作が再生と停止に限定されており、直感的な音の制御は難しい。「Spatial Sampler XR」[3] は、ジェスチャーによってサウンドの録音・再生を制御し、物理的空間を楽器化して音を空間内に配置するシステムである。VR ヘッドセットを用いて音の配置を視覚的・直感的に操作できるが、マルチプレイ機能はなく、あくまで個人が音を空間的に配置していくシステムにとどまっている。また、「Cell space」[4] は AR、ニューロフィードバック、インプロビゼーションを統合したインタラクティブ・アート体験を提供するシステムであり、体験者がダンサーを対象としている点が、演奏者を対象とする AvaPro との大きな相違点である。複数人の即興演奏例としては、「Networked Touchscreen Ensemble」[5] や「Wish You Were Here」[6] などがある。これらはタッチ操作やアバター表示によるネットワーク越しの音楽体験を実現しているが、AvaPro は身体動作(ジェスチャー)と生体情報(心拍・体温)をリアルタイムに反映し、MR 空間で複数人が同時に即興演奏できる点が差別化要素である。

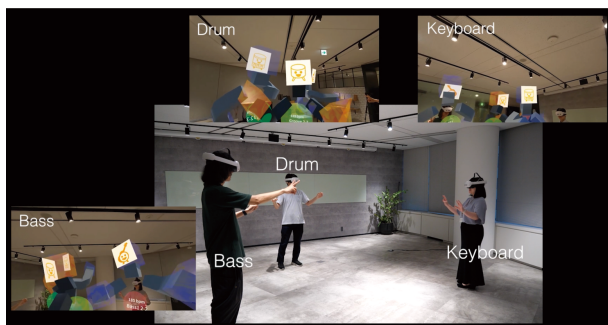


図 1: AvaPro



図 2: ヒアラブルデバイス

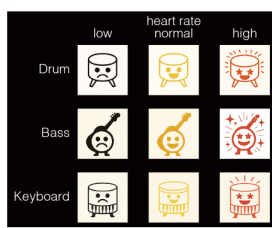


図 3: アバターの表情 (一覧)

4. システムの概要

4.1 AvaPro について

AvaPro (Avatar Improvisation) は、Meta 社製のヘッドマウントディスプレイ Meta Quest 3 を装着して体験する Mixed Reality (MR) アプリケーションである。本システムでは、体験者 1 名につき 1 体の Avatar が対応付けられ、その Avatar 自身が音源となる。体験者は手のジェスチャーを通じて Avatar を直感的に操作する。また、体験者の両手間の距離をパラメータとして利用し、音源のテンポに反映させている。複数の体験者が MR 空間を共有し、それぞれが操作する音源としての Avatar を通じて即興的な音楽セッションを実施することが可能である (図 1)。

さらに、耳に装着するヒアラブルデバイス (図 2) から生体情報として体温および心拍を取得し、体温は Avatar の頭部および手足の色の变化に反映される。また、心拍については閾値を設定し、その値に応じて使用可能な音源や Avatar の表情や動きが変化する仕組みとなっている (図 3, 図 4)。

4.2 システム構成

アプリケーションはゲームエンジンである Unity を用いて開発した。音響面では、YAMAHA が提供する Unity 向

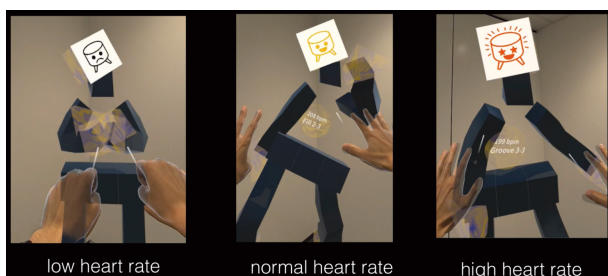


図 4: 心拍とアバターの表情 (Drum)

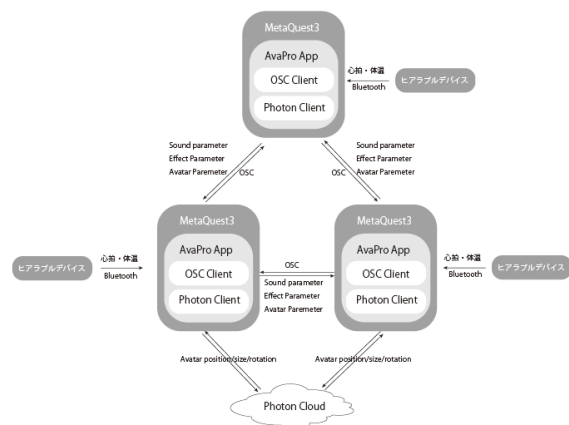


図 5: システム構成

けの立体音響アセット『Sound xR』を利用し、仮想空間内での立体音響を実現した。また、生体情報の取得にはフォスター電機株式会社製のヒアラブルデバイス『RN002 TW』を用い、体温および心拍データを収集した。さらに、Meta Quest 3 間の情報通信には OSC を活用し、音の再生情報やエフェクト情報、Avatar の状態 (色・表情) の同期を行った。Avatar の位置情報については、マルチプレイヤーネットワークフレームワーク『Photon Fusion』を導入し、リアルタイムで位置情報を共有した (図 5)。

4.3 操作方法

Avatar の操作は、手のジェスチャー (グー, チョキ, パー) を用いて行う。左手のジェスチャーによって音源のカテゴリ (例: Kick, Fill, Groove) を選択し、右手のジェスチャーでそのカテゴリ内の音源パターン (全 3 種類) を決定する。また、両手の位置をトラッキングして、その間の距離情報を取得する。この距離情報を音響パラメータに反映させ、具体的には、X 方向の距離を音源のテンポおよび Avatar のダンス速度に、Y 方向の距離をフィルターエフェクトのカットオフ値に、Z 方向の距離をフィルターエフェクトのレゾナンス値に割り当てている。さらに、Avatar の腹部に設置した球体には、現在の音の BPM と選択中の音源カテゴリが表示され、視覚的に確認可能となっている。

4.4 Avatar の機能について

従来は、1 つの Avatar で Drum, Bass, Melody といった複数のカテゴリの音源を扱っていたが、今回は音源のカテゴリ毎に Avatar を分けた。そのため、Avatar は 3 種類 (Drum, Bass, Keyboard) あり、それぞれが異なる音源を担当する。これは、演奏者が楽器で行うセッションの形に近い形態を模することでセッション感覚を生み出すことを狙っている。

4.5 生体情報取得

ヒアラブルデバイスを用いて心拍数を 1 秒間隔で取得し、直近 5 秒間の心拍数の平均値を算出した。この平均心拍数に基づき、55 BPM および 75 BPM を閾値として『低・中・高』の 3 段階の心拍状態を定義した。さらに、この心拍状態に応じて Avatar の表情および使用可能な音源セット (全

9 種類)を動的に切り替える制御を行った。

4.6 使用可能音源数

利用可能な音源は、アバター 3 種 (Drum, Bass, Keyboard) と音源カテゴリ (例: Kick, Fill, Groove) と各カテゴリにつき 3 種類の音源パターン、さらに 3 段階の心拍状態に応じて入れ替えることにより、計 81 音源を使ってセッションを行うことができる。

5. 実験

3 名でのマルチプレイを行い、それぞれが異なる楽器を担当することで、セッション感覚が得られるかを検証するための実験を行った。参加者は、AvaPro システムを用いて即興的な音楽セッションを体験し、その感想やセッション感覚の変化についてインタビューを実施した。具体的には、以下の手順で実験を進めた。

1. 3 名の参加者が AvaPro システムを装着し、それぞれが Drum, Bass, Keyboard の音源を担当する。
2. 各参加者は手のジェスチャーを用いて音源を操作し、即興的なセッションを行う。
3. セッション中に生体情報 (体温・心拍) を取得し、Avatar の表情や音源の切り替えに反映させる。
4. セッション終了後、参加者にインタビューを実施し、セッション感覚や音源操作の直感性について意見を収集する。

実験後、2 名に対し以下のインタビューを実施した。

1. 自分が扱っている音はわかりましたか？
2. 操作性は直感的でしたか？
3. 他の音を聞きながら自分の音を変化させるセッション的な感覚はありましたか？
4. 心拍の変化で Avatar の表情が変化し、扱える音が変わることで、没入度は高まりましたか？

6. 結果

実験後、インタビューを通じて得られた参加者の意見は以下の通りである。インタビューを行ったのは、参加者 3 名のうち筆者以外の音楽経験がない 20 代の男女 1 名ずつである。参加者からは、「手のジェスチャーを変えることにより即座に音が変わり、自身の音が Avatar 上に文字で表示されるため理解しやすかった」、「周囲の音やテンポに合わせて音を選択しながら演奏したため、セッション感覚を感じた」、「使用可能な音源が頻繁に変化するため、新たな音を試したくなる意欲が生まれ、他の参加者の音とも調和を図る楽しさがあった」、「心拍数に応じて音が変わるため、自分の予想とは異なる音になることがあり、その変化を楽しんだり、一定の音を維持しようと工夫することで没入感が高まった。また、音だけでなく Avatar の表情も変化するため、自身の状態変化が直感的に分かり新鮮であった」といった肯定的な意見が得られた。

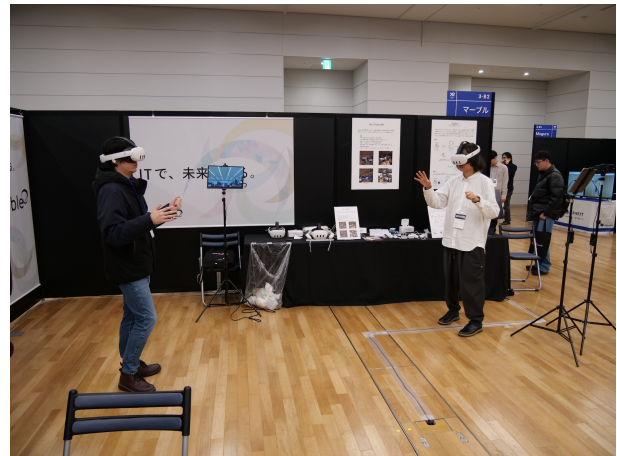


図 6: XRKaigi2024 での体験の様子

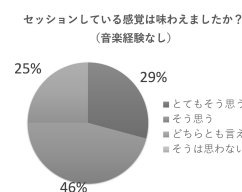


図 7: セッション感について (音楽経験なし)

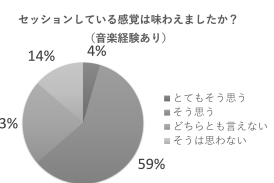


図 8: セッション感について (音楽経験あり)

一方で改善点として、「Avatar 間の距離によって音量が変化するため、他の Avatar が自分の Avatar より近い位置にいると音が聞こえにくくなるがあった」といった指摘も挙げられた。

7. 考察

7.1 先行システムの課題

先行研究 [1] で開発した AvaPro システムでは、同一音源を扱う 2 名構成の即興演奏を採用していた。この方式では、演奏者間の音色や役割の差異が存在せず、特に音楽経験者にとっては「自分と他者の音の違い」が把握しづらいという課題があった。実際、XRKaigi2024 での体験展示 (図 6, n=46) のアンケート結果でも、音楽経験者の「セッション感覚」の評価が有意に低い傾向が確認された (図 7, 図 8)。

7.2 本研究における拡張の効果

本研究ではこの課題を踏まえ、人数構成を 2 名から 3 名に拡張し、各演奏者が Drum, Bass, Keyboard という異なる楽器役割を明確に担当する構成とした。この結果、演奏中の音域・音色の違いが自然に可視化・可聴化され、即興的なフレーズの掛け合いや音楽的フィードバックが発生しやすい環境が構築された。参加者のインタビューからも「自分の音を認識し、周囲の音に反応する」行動が促進されたことが確認された。

7.3 今後の課題

一方で、先行システムとの直接比較実験は未実施であり、セッション感覚向上の定量的な効果検証は今後の課題である。また、人数増加によって発生した音量バランスの調整不

足も指摘されており、音響面での最適化も必要である。さらなる被験者数の拡大と定量的評価指標の導入を通じ、効果の検証とシステム改善を進める予定である。

8. まとめと今後の展望

本研究では、AvaProを用いたマルチプレイにおいて、同時体験人数を従来の2人から3人に増加させ、演奏者が異なる楽器を担当する構成とすることで、セッション感覚が向上する可能性があることを確認した。今後の展望としては、さらなる評価実験を実施しデータ数を増加させた上で定量的なアンケート調査を行い、セッション感覚の変化を客観的に評価する予定である。指摘があった音量バランスの課題に対し、音響ミックスの調整を行い、さらなる体験改善を目指す予定である。また、脳波計測デバイスを用いて演奏者の脳波をリアルタイムに取得・分析し、セッション中の脳波変化を定量的に把握することで、体験の質の客観的評価を目指す。これらの結果をもとに、システムの改善や新たな機能追加に向けた基礎データの収集を進めていく方針である。

参考文献

- [1] 伏田昌弘, 平林真実: 生体情報と Avatar を用いた MR 空間における音楽セッション体験の提案, インタラクション 2025.
- [2] 伏田昌弘, 平林真実: XR を用いた観客参加型ライブパフォーマンスの可能性, インタラクション 2023.
- [3] Dr. Grégory Beller, LIGETI Zentrum: Spatial Sampling in Mixed Reality, I3DA 2023.
- [4] Lin RR, Hu BA, Ke KY, Wu W, Zhang K (2024) : Cell space: Augmented awareness of intercorporeality, SIGGRAPH 2024.
- [5] Charles Patrick Martin, Alexander Hunter, Brent Schuetze, Yichen Wang: Composing Interface Connections for a Networked Touchscreen Ensemble, 2023 4th International Symposium on the Internet of Sounds: ISIoS 2023
- [6] R. Schlagowski, D. Nazarenko, Y. Can, K. Gupta, S. Mertes, M. Billinghamurst, and E. André. : Wish you were here: Mental and physiological effects of remote music collaboration in mixed reality, 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1–16, 2023.