

1 はじめに

近年の VR 技術の発展により、エンターテインメントや医療、教育など様々な分野でメタバースの活用が進んでいる。家庭でもメタバースや VR ゲームにおいて、HMD (Head Mounted Display) を用いた没入型の体験が増えている。ところで、現実世界では明確な視覚・聴覚情報がなくとも、誰かが背後にいる「気配」を感じることがある。これは、音や影、空気の動きといった曖昧な情報を無意識に処理することで生じると考えられている [1]。本研究では、この気配のような感覚を特別な機器を使用せず、HMD の標準的な聴覚提示機能のみを用いた擬似気配提示手法を提案する。

2 聴覚による擬似気配提示手法

VR 環境において左右 2 チャンネル (ステレオ) で流れている BGM の一方のチャンネルの、音量や周波数、発声時刻を短時間だけ変化させることで、無意識的に「何かがいる」ような気配を感じさせることを検討した。予備実験を行ったところ、音量や発声時刻の変化は、不快感や聴覚疲労を引き起こす可能性のあることが分かった。一方、周波数の変化は「何か違和感があるがはっきりとは認識できない」状態を作り出せそうなことが分かった。そこで、一方のチャンネルの周波数を短時間だけ変化させることで、気配のようなにかを感じさせる手法を提案する。

3 評価

提案手法の有効性を検証するため、Meta Quest 3 を用いて評価した。体験参加者が過度に音の変化に集中してしまうことは避けたい。そこで、参加者に VR 空間内でスリーシェルのゲーム (カップの中のボールを目で追いつけるタスク) を行ってもらった。その間に、BGM の片方のチャンネルの周波数を一時的に変化させた。周波数差 δ (+0.5Hz ~ +4.0Hz, 0.5Hz 間隔) とその変化している時間 t (1 ~ 5s, 1s 間隔) の組み合わせ 40 パターン全てを 1 回ずつ、参加者 10 人にランダムな順に割り当てた。参加者には、気配を感じた時点でボタンを押してもらい、また各試行後に「音の変化に気づいたか」を報告してもらった。結果を整理するために、各パターンについて、以下の回数を数える。

- P : 気配を感じた (音の変化には気づかず、感じた時刻が正しかった) (presence)
- A : 音の変化自体に気づいた (audible)

実験の結果、表 1 より、周波数差 δ が大きすぎる場合 (+3.0Hz 以上) では、A の値が大きくなり、気配としては認識されにくいことが分かった。一方、周波数差 δ が小さい (+0.5 ~ +2.0Hz) 場合には、音の周波数

表 1: 各周波数差 δ , 変化時間 t に対する A, P (A/P)

$\delta \backslash t[s]$	1	2	3	4	5
+ 0.5	0/ 0	1/ 0	1/ 0	1/ 0	0/ 1
+ 1.0	1/ 0	0/ 1	2/ 0	6/ 2	4/ 1
+ 1.5	0/ 1	0/ 0	1/ 1	1/ 1	3/ 1
+ 2.0	0/ 1	1/ 1	1/ 4	1/ 0	2/ 1
+ 2.5	1/ 0	8/ 1	3/ 0	3/ 1	4/ 2
+ 3.0	4/ 1	5/ 1	10/ 0	3/ 1	10/ 0
+ 3.5	4/ 1	10/ 0	7/ 0	0/ 0	3/ 2
+ 4.0	9/ 0	8/ 0	10/ 0	1/ 0	7/ 0

の変化は明確には認識されず、それでも何かがいるような感じを引き起こす可能性が示唆された。また A はできるだけ避けたい対象であり、P はできるだけ期待したい対象である。図 1 より、周波数差と変化時間 (δ, t) が (+2.0, 3) を含む (+2.0, 1) ~ (+0.5, 5) を中心とする帯状のあたりにて、音の周波数を変化させることが擬似的気配提示に有効であることが期待できる。

4 むすび

本研究では、ステレオ BGM の一方のチャンネルのみ、短い時間の間だけ周波数をわずかに変化させることで、聴覚を通じた気配提示を試みた。特定の周波数差と変化時間の組み合わせで本手法が有効であるかもしれないと示唆された。今後は、精度向上のために被験者数を増やし、またより細かい周波数差や変化継続時間の間隔で評価したい。さらに、周波数だけでなく音量を微細に変化させたり発声時刻をわずかに遅延させることも再検討した上で、それらの組み合わせによる気配提示手法を考えたい。本研究では聴覚のみによる気配提示を試みたが、視覚情報を組み合わせたハイブリッドなアプローチでより効果的な気配提示を目指したい。

参考文献

- [1] 伊勢史郎, “聴覚的リアリティを実現する音のデザイン—ヒトとモノの動きがもたらすリアリティの本質—”, 日本音響学会誌, 74(11), 598-602 (2018)

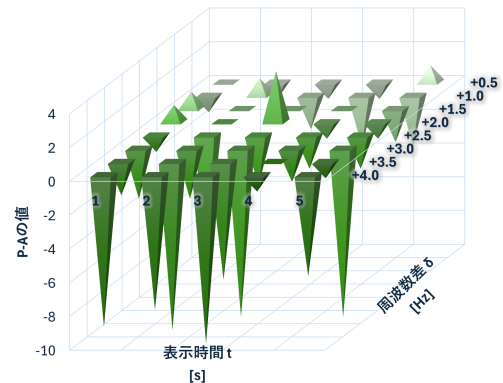


図 1: P と A の差 ($P - A$) のグラフ