

音の再生手法が音像定位の反応時間に及ぼす影響*

○増田光新, 木村敏幸 (東北学院大学)

1 はじめに

Multiple Vertical Panning を用いた立体音響技術 (以降「MVP 方式」と呼ぶ) [1]は, ディスプレイの上下に配置した 2 個のスピーカから音量差をつけた音を同時に再生 (以降「垂直パニング」と呼ぶ) するとスピーカの間で音が鳴っているように聞こえる現象を利用している. しかしながら, 垂直パニングによる音像定位の知覚過程は未だに解明されていない点が多い.

本研究では, 音の再生手法が音像定位の反応時間 (音が再生されてから回答するまでの時間) に及ぼす影響をもぐらたたきゲームを用いて検証した.

2 もぐらたたきゲーム

MVP 方式を体験するシステムとしてこれまでに開発してきた[2]. Fig. 1 にゲーム画面, Fig. 2 に出現するもぐらを示す. ゲームを実行すると縦 3×横 5 の 15 箇所はどこかに青色のターゲットもぐら (Fig. 1 内の黒丸), その他 14 箇所には黄色のダミーもぐらが登場する. 入力にはテンキーを使用し, もぐらの出現位置とテンキーの位置を対応させる. テン

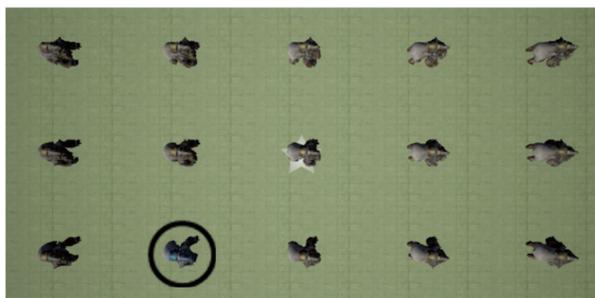
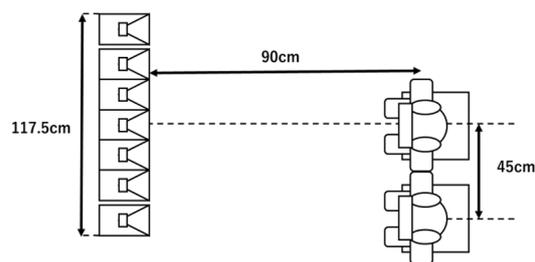


Fig. 1 Game image (Target is black circle)

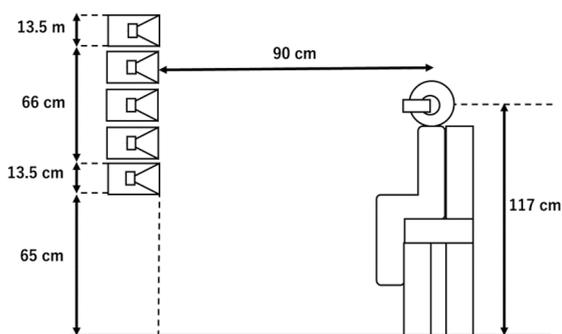


Fig. 2 Mole (Left: Target, Right: Dummy)

Plane View



Cross-sectional View



Front View

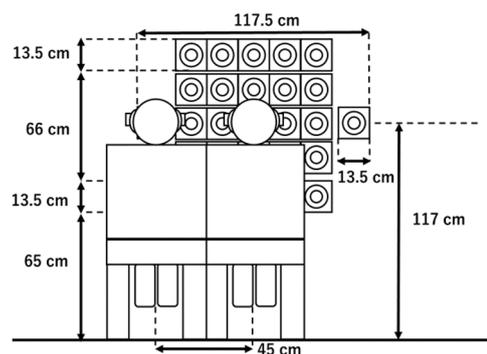


Fig. 3 Position of viewers and loudspeakers in the audio-visual experiment.

キーで対応したキーを押すともぐらがすべて消滅し, 消滅までに要した時間を計測し, その後再び同様の形式でもぐらが登場する.

3 視聴覚実験

3.1 実験環境・実験条件

実験は防音室内 (暗騒音レベル 30.2 dBA, 残響時間 80 ms) において行った. Fig. 3 に示すようにスピーカアレイから 90 cm 離れた地点に 2 カ所の視聴位置 (中央, 左側) を設定した. 視聴位置の高さは視聴者の耳の位置において 117 cm とした. 映像は VR ゴーグル (Meta : Quest 2) から再生した.

*Effect of sound presentation method on reaction time of sound image localization, by MASUTA, Koushin and KIMURA, Toshiyuki (Tohoku Gakuin University).

実験条件は、音再生手法（ステレオ方式、MVP方式、直接再生）、水平方向（左、左中央、中央、右中央、右）、垂直方向（上、中央、下）の45種類（=3×5×3）である。音はFig. 3に示したスピーカレイから再生した。このときのゲーム映像はVRゴーグルから見て縦50cm、横100cmとし、もぐらの出現位置と直接再生するスピーカの位置を一致させた。

3.2 実験手順

実験に参加した視聴者は8人である。視聴者は実験開始前に実験内容に関する説明を受けた。説明終了後、視聴者が同意した場合は、視聴者は用意した同意書に署名した。

まず、視聴者を視聴位置に配置し、VRゴーグルを装着させ、回答用テンキーを持たせた。VRゴーグルでは立体視映像が常時再生されており、ゲームを開始すると「もぐらたたき」が開始される。視聴者はターゲットもぐらの位置をできるだけ素早くテンキーで回答してもらい、反応時間を測定した。各視聴位置において、練習1セット（計45試行）のあとに本番を1セット（計45試行）実施した。視聴位置ごとに3セット分実験を実施した。視聴位置や試行の提示順序は視聴者ごとにランダム化した。

3.3 実験結果

まず、視聴位置（2水準）、音再生手法（3水準）、水平方向（5水準）、垂直方向（3水準）を要因とする四要因分散分析（全て被験者間要因）を実施した。その結果、音再生手法、水平方向、垂直方向の主効果において有意差があった。1次交互作用、2次交互作用、3次交互作用において有意差は見られなかった。

要因ごとに取りまとめた反応時間の結果をFigs. 4-6に示す。エラーバーは95%信頼区間を表す。垂直方向の多重比較を実施した結果、下、上、中央の順で有意に反応時間が短くなった。水平方向の多重比較を実施した結果、左中央と中央、左中央と右中央、中央と右中央で有意差がなく、中央3条件で反応時間が短くなった。音再生手法の多重比較を実施した結果、ステレオ方式とMVP方式、ステレオ方式と直接再生で有意差があり、MVP方式と直接再生には有意差が見られなかった。従って、直接再生やMVP方式の方がステレオ方式よりも反応時間が短いと言える。

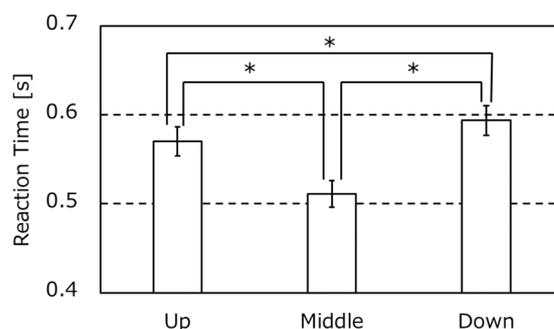


Fig. 4 Reaction time of vertical direction

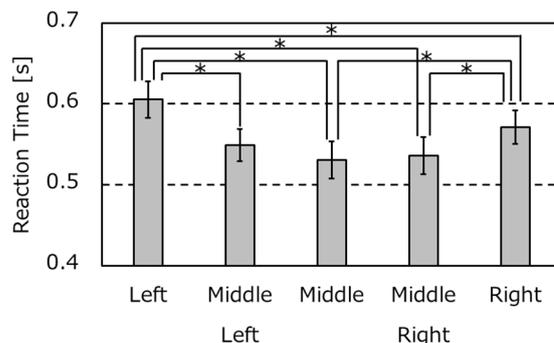


Fig. 5 Reaction time of horizontal direction

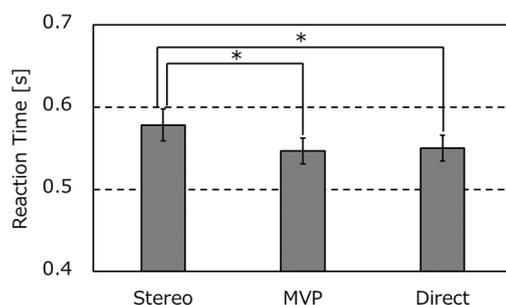


Fig. 6 Reaction time of sound presentation method

4 まとめ

本研究では音の再生手法が音像定位の反応時間に及ぼす影響をもぐらたたきゲームを用いて検証した。その結果、画面中央の場合、画面端と比較して反応時間が短くなった。また、直接再生やMVP方式の方がステレオ方式と比較して反応時間が短いことが分かった。

参考文献

- [1] T. Kimura and H. Ando, "3D Audio System Using Multiple Vertical Panning for Large-screen Multiview 3D Video Display," ITE Trans. on Media Tech. and App., 2(1), No. 1, pp. 33-45 (2014).
- [2] 岩城夕莉, 木村敏幸, "インタラクティブゲームを用いたMVP方式の評価," 平成31年東北地区若手研究者研究発表会講演資料, No. YS-17-P29, pp. 139-140 (2019).