

Multiple Vertical Panning を用いた立体音響システムにおける 移動方向の奥行表現の影響

○渡邊秀斗, 木村敏幸 (東北学院大学)

1. はじめに

木村研究室ではこれまでに Multiple Vertical Panning (MVP) 方式[1]の音量変化による奥行き表現手法を検討してきたが, これまでの研究[2]では奥から手前への直進以外の移動についての検証が十分ではなかった. 本研究では, 白球移動に奥行以外の方向を追加した場合における影響を視聴覚評価実験によって検討する.

2. 視聴覚システム

2.1. 開発環境

視聴覚システムの開発に使用した機材とソフトウェアを以下に示し, 実行風景を図1に示す.

- ・55インチディスプレイ: TOSHIBA 55J20X
- ・スピーカユニット: ダイターボイス AR-10N
- ・密閉型エンクロージャ:
ダイターボイス EX-10 BK
- ・OS: Windows 11 Pro
- ・ソフトウェア:
Unreal Engine [3] (ver.4.16),
Max [4] (ver.7.3.5)

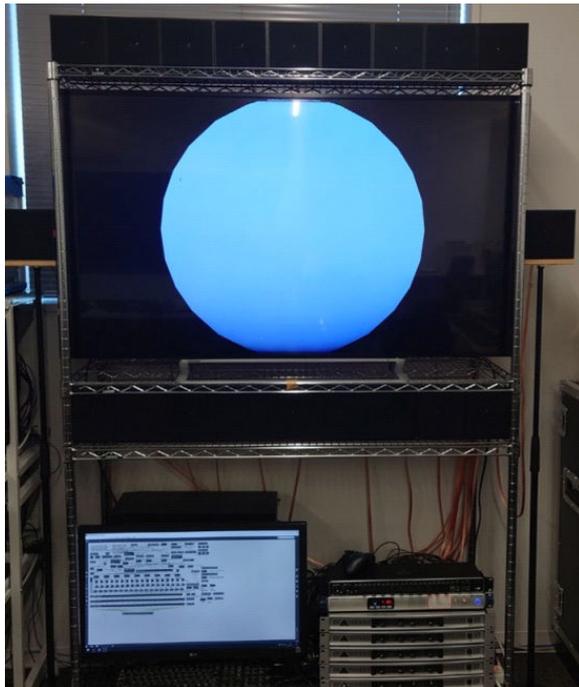


図1 視聴覚システムの実行風景

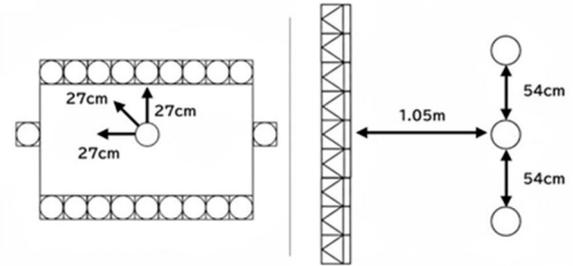


図2 システムにおける
スピーカと視聴者の配置

2.2. システム概要

図2の左側に示すように, 計20個のスピーカを55インチディスプレイの周りに設置した. 上下のスピーカからはMVP方式, 左右のスピーカからはステレオを再生した.

Unreal Engine では, 白球が奥から手前に移動する映像を白球の位置に応じて用意し, それぞれの映像に音提示手法と音量変化手法を定めた. ディスプレイ上に映像を表示した際, 同時に OSC (Open Sound Control) 信号を Max に送信した. Max では, 受信した OSC 信号から白球位置, 音提示手法, 音量変化手法を選択し, 提示された白球の映像に従って音を再生した.

2.3. 音提示手法の選択

MVP かステレオかの選択は, Unreal Engine で行う. 「変数 MVP」を1, 「変数 Stereo」を0にして送信すると MVP で, 「変数 MVP」を0, 「変数 Stereo」を1にして送信するとステレオで再生される.

2.4. 音量変化手法の選択

本研究では, 指数増大・比例増大・音量変化なしの3種類の音量変化手法を使用した. 白球の現在の位置情報から設定した値を引き, (1)式を用いて r の値を求める. 変化がある時は(2)と(3)式に従って音量を変化する.

$$r = \sqrt{(X_e - X_p)^2 + (Y_e - Y_p)^2 + (Z_e - Z_p)^2} \quad (1)$$

$$\text{比例増大} = \frac{100 - r}{99} \quad (1 \leq r \leq 100) \quad (2)$$

表1 5段階評価

5	合っている
4	どちらかと言えば合っている
3	どちらとも言えない
2	どちらかといえば合っていない
1	合っていない

$$\text{指数増大} = \frac{1}{r} (1 \leq r \leq 100) \quad (3)$$

3. 視聴覚評価実験

3.1. 実験手順

図2の右側に示すように3か所(正面, 右, 左)に視聴位置を設定し, 視聴者を視聴位置上にある椅子に着席させた. 白球の初期位置を全て100m先の中央に設定し, 移動方向を4条件(中央, 左, 上, 左上), 音提示手法を2条件(MVP, ステレオ), 音量変化手法を3条件(指数増大, 比例増大, 変化なし)設定した. 視聴者は12名である. 実験は視聴位置ごとに4回の練習試行の後に, 計48回(=移動方向4×音提示手法2×音量変化手法3×繰り返し2)の本試行を実施した. 試行や視聴位置の順序は視聴者ごとにランダム化し, 視聴者は映像を視聴した後に表1に示す5段階評価により映像と音の一致度を評価した.

3.2. 実験結果

図3に実験結果の一部を示す. エラーバーは95%信頼区間を表す. 白球の移動方向ごとに三要因分散分析(参加者間)を実施したところ, 中央と上の場合には音量変化手法の主効果にのみ有意差が見られた. 一方で, 左と左上の場合には一次交互作用にも有意差が見られた.

音量変化手法に対して多重比較を実施したところ, 指数増大>比例増大>変化なしの順に評価が有意に高くなった. 従って, 指数増大が最も適切な音量変化手法であると言える.

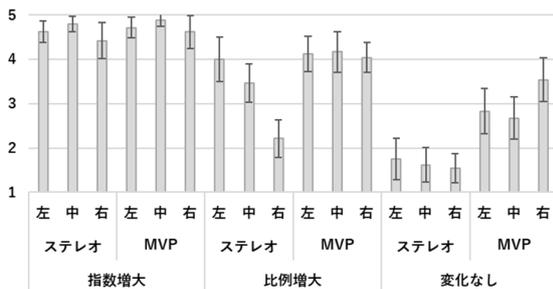


図3 実験結果 (移動方向: 左)

一方, MVP方式の方がステレオよりも評価が有意に高くなる場合があった. 図2の結果では, 音量変化手法が変化なしのときにステレオよりも MVP方式の方が有意に上昇していることが示された. 従って, この場合では MVP方式はステレオよりも奥行をより適切に表現していると言える.

4. まとめ

本研究では白球を奥行方向のみならず左方向や上方向に移動させた場合における影響を評価する実験を実施した. その結果, 音量は指数的に変化させることが最も臨場感が高いことが分かった. さらに, MVP方式のほうがステレオより高い臨場感を示す場合があることが分かった.

今回は, 白球を奥から近づく方向にのみ移動させていたので, 今後はほかの動きについての検証が課題となる.

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 Transactions on Media Tech. and App.*, Vol. 2, No. 1, pp. 33-45 (2014).
- [2] 長田悠世, "Multiple Vertical Panning を用いた立体音響システムにおける視聴位置の奥行き表現への影響," 東北学院大学工学部学位論文・卒業論文概要集, Vol. 37-IT, p. IT-78 (2025).
- [3] Unreal Engine, <https://www.unrealengine.com/>.
- [4] Max, <https://cycling74.com/products/max/>.

連絡先

- 氏名: 木村敏幸
- 所属: 東北学院大学情報学部
- 所在地: 宮城県仙台市若林区清水小路 3-1
- 電話番号: 022-354-8752
- E-mail: t-kimura@m.ieice.org