

調整法を用いた垂直パニングの有効距離の閾値測定*

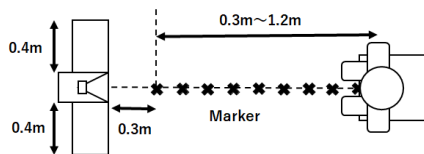
○増田光新, 木村敏幸 (東北学院大学)

1 はじめに

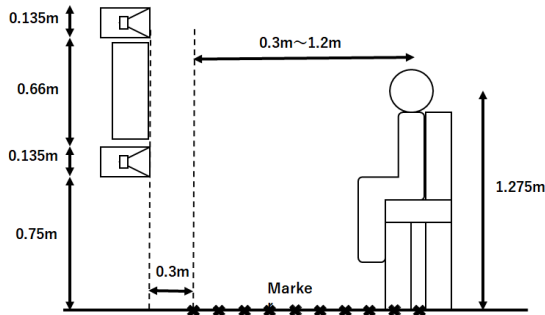
立体音響技術 (Multiple Vertical Panning) [1] は, ディスプレイの上下に配置した2個のスピーカから音量差をつけた音を同時に再生するとスピーカの間で音が鳴っているように聞こえる心理学的現象 (以降「垂直パニング」と呼ぶ) を利用している. しかしながら, 垂直パニングの発生条件やメカニズムについては未だに解明されていない点が多い.

これまでに垂直パニングが有効に作用する距離の閾値が音の種類, 音像位置, 映像の有無によってどのように変化するかを極限法によって検証したが[2], 測定手順によって有

Plane View



Cross-sectional View



Front View

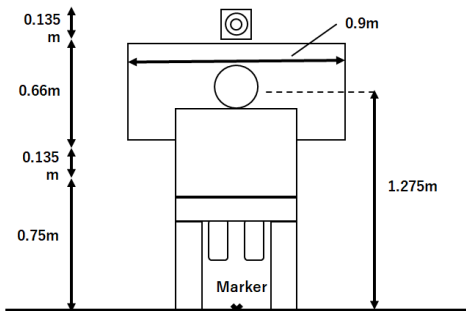


Fig. 1 Position of viewers, display and the loudspeakers in the audio-visual experiment.

Table 1 Measurement conditions

	Sound	Position	Video
1	White noise	Upper	Sound Only
2	Speech	Upper	Sound Only
3	White noise	Middle	Sound Only
4	Speech	Middle	Sound Only
5	White noise	Lower	Sound Only
6	Speech	Lower	Sound Only
7	White noise	Upper	Sound & video
8	Speech	Upper	Sound & video
9	White noise	Middle	Sound & video
10	Speech	Middle	Sound & video
11	White noise	Lower	Sound & video
12	Speech	Lower	Sound & video

効距離の閾値が異なる結果となった. 本報告では, 測定方法を調整法に変更して垂直パニングの有効距離の閾値を再度測定する.

2 閾値測定

2.1 測定環境・条件

測定は防音室内 (暗騒音レベル 30.2 dBA, 残響時間 80 ms) において行った. Fig. 1 に示すように, 40 インチディスプレイ (Philips : BDM4065UC/11) の上下にスピーカ 2 台を配置した. スピーカは市販のスピーカユニット (ダイトーボイス : AR-10N) を市販の密閉型エンクロージャ (ダイトーボイス : EX-10 BK) に取り付けたものを用いた. ディスプレイから 0.3~1.2 m 離れた地点の床に 0.1 m 間隔で印を付け, 印の位置に視聴位置を設定した. 視聴位置の高さは視聴者の耳の位置において 1.275 m とした.

Table 1 に示すように, 音の種類 (白色雑音, 音声), 音像位置 (上, 中央, 下), 映像の有無 (有り, 無し) の 12 種類 (=2×3×2) を測定

*Threshold measurement of effective distance of vertical panning by using the method of adjustment, by MASUTA, Koushin and KIMURA, Toshiyuki (Tohoku Gakuin University).

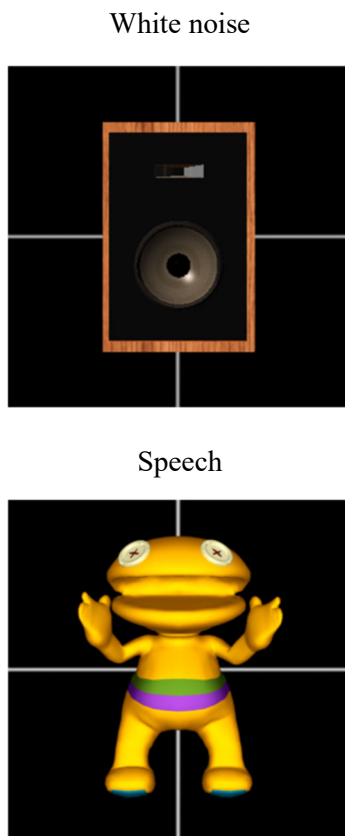


Fig. 2 Visual used in measurements.

条件として設定した。過去の研究[1]に基づいて音量差を調整した音源信号を Fig. 1 に示した 2 個のスピーカから同時に再生した。音と同時に映像を提示する条件においては、音が白色雑音の場合には Fig. 2 の上部に示すようなスピーカ映像、音が音声の場合には Fig. 2 の下部に示すようなエイリアン映像を提示し、音像の位置と映像の位置は一致させた。

2.2 測定手順

視聴者 20 人に対して測定した。各測定条件において、練習 1 試行、本番 1 試行実施した。測定条件の提示順序は視聴者ごとにランダム化した。まず、視聴者を垂直パニングが必ず発生する距離である 1.2 m に配置し、音を提示した。その後、視聴者に垂直パニングが発生しないと感じられる視聴位置まで、マーカーを基準に前進させた。前進しすぎた場合、垂直パニングが発生したと感じられる位置まで後退させ、行き過ぎた場合は再び前進させた。前進と後退を繰り返し、閾値が確定するまで、視聴者に視聴距離を調整させた。

2.3 測定結果及び考察

測定結果を Fig. 3 に示す。エラーバーは、95%信頼区間を表す。映像の有無 (2 水準)、音像位置 (3 水準) 及び音の種類 (2 水準) を

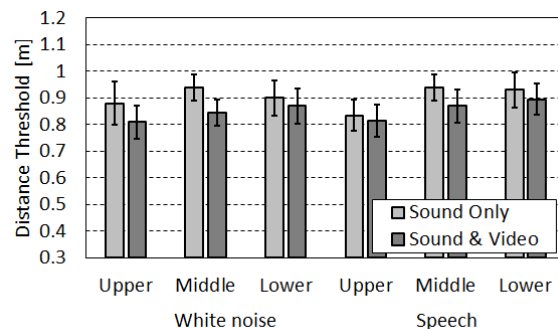


Fig. 3 Result of measurements.

要因とする三要因分散分析 (全て被験者内要因) を実施したところ、映像の有無と音像位置の主効果に有意差が見られる一方で、音の種類的主効果、1 次交互作用、2 次交互作用に関して有意差は見られなかった。さらに音像位置に関する多重比較を実施したところ、音像位置が上と中央、上と下のときに有意差が見られた。従って、映像が加わった場合や音像位置が上側の場合に有効距離の閾値が短くなると言える。

3 まとめ

本研究では垂直パニングが有効に作用する距離の閾値が音の種類、音像位置、映像の有無によってどのように変化するかを調整法によって測定した。その結果、音と同時に映像を提示した場合や、音像位置が上側の場合に有効距離の閾値が短くなり、ディスプレイのより手前で垂直パニングが作用していることが分かった。今後は視聴者の高さを変えたときの閾値を測定し、垂直パニングが発生する条件を検討していく必要がある。

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 Trans. on Media Tech. and App.*, Vol. 2, No. 1, pp. 33-45 (2014).
- [2] 増田光新, 木村敏幸, "垂直パニングの有効距離の音像位置による影響," 令和 3 年東北地区若手研究者研究発表会講演資料, No. R3-A-15, pp. 29-30 (2021).