

視聴覚提示装置を用いた個人用音場再生システムの反応時間比較実験

○繁泉宥斗, 木村敏幸 (東北学院大学)

1. はじめに

木村研究室では遠隔操作への応用を目的とした個人用音場再生技術を提案し[1], これまでにキューブ型スピーカアレイとヘッドマウントディスプレイ(以下 HMD)を用いた視聴覚提示装置を開発してきた[2]. 本研究では, 提示情報に対する反応時間を音提示法間で比較した.

2. 視聴覚提示装置

PC で描写した三次元仮想空間を HMD へ出力することで視覚情報を提示し, 選択された音提示法により音を図 1 に示すスピーカアレイやヘッドホンへ出力することで聴覚情報を提示する. スピーカアレイは提案手法に基づくキューブ型スピーカアレイ(図 1 中黒色, 以下 CLA)とサラウンドシステム(図 1 中灰色)より構成される. 三次元空間の描写と出力には Unreal Engine 4 [3] (以下 UE4), HMD には Oculus Rift CV1 [4], スピーカアレイへの音出力には Max [5], UE4 と Max 間の通信には OSC (Open Sound Control)を用いている.

3. 反応時間比較実験

3.1. 実験環境

被験者は視聴覚提示装置の椅子に座り, HMD を装着し, ゲームコントローラを手にした. バイノーラルの音を聞く場合には HMD に付属しているヘッドホンも装着した.

図 2 の右側に示すように, 正面方向に合図感知用オブジェクトを配置した三次元仮想空間を UE4 で作成し, HMD で提示した. 被験者はゲームコントローラのボタンを押すと, 視界の中心に向けて弾を発射できる. 一方, 図 2 の左側に示すように, 被験者の周りに 45 度間隔で遠近 2 箇所

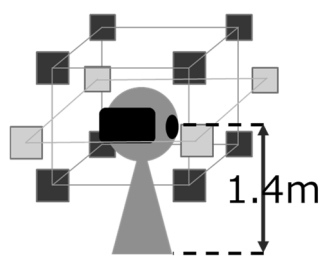


図 1 視聴覚提示装置におけるスピーカ配置

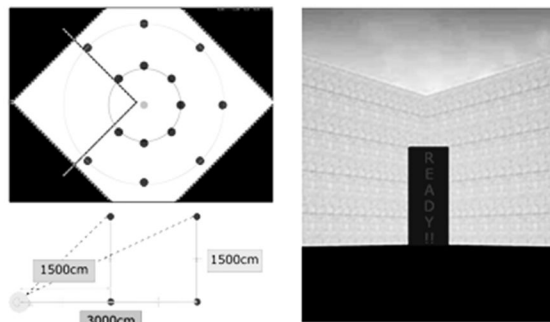


図 2 三次元仮想空間の簡易図と合図感知用オブジェクト

とそれぞれの直上の計 28 箇所ターゲットの出現位置を設定した.

3.2. 実験手順

実験は CLA 及びサラウンドのみ実施するセッションと, バイノーラル及び音無しのみ実施するセッションの 2 セッションに分割した. 被験者は 20 名で, 被験者には各セッションにおいて, 3 回の練習試行の後に計 56 回の本番試行(=2 条件×28 出現位置)を実施した. セッションおよびターゲット位置の順序は被験者ごとにランダム化した.

まず, 被験者が図 2 の右側に示す合図感知用オブジェクトを撃ち落とすと, 一定時間後にランダムな出現位置から 1 つのターゲットが出現した. その際, 音を提示する条件の場合, ターゲットの位置から白色雑音も再生された. 被験者はできる限り早くターゲットの方向に頭を向けてターゲットを撃ち落とした. そして, ターゲット出現からコントローラのボタンを押すまでの時間を反応時間として記録した.

3.3. 実験結果及び考察

音提示法及びターゲットの出現位置ごとの反応時間の等高線図を図 3 に示す. CLA とバイノーラルはターゲット位置の高低の差を音によって素早く判別できるため, 振り向くための時間が必要な後方以外はほぼ均一な時間を要しているのに対し, サラウンドは後方(=視覚外)かつ仰角が大きい場所への反応時間が遅れていることが分かる.

出現位置の方位角, 出現位置の仰角, 音提示法の3要因に対する分散分析をANOVA4 on the Web [6]で行ったところ, 音提示法の要因に関しては方位角-音提示法に関する一次交互作用に有意差が見られた. さらに単純主効果と多重比較を行ったところ, 全ての方位角において反応時間は音提示条件の方が有意に短かったが, 方位角225°で

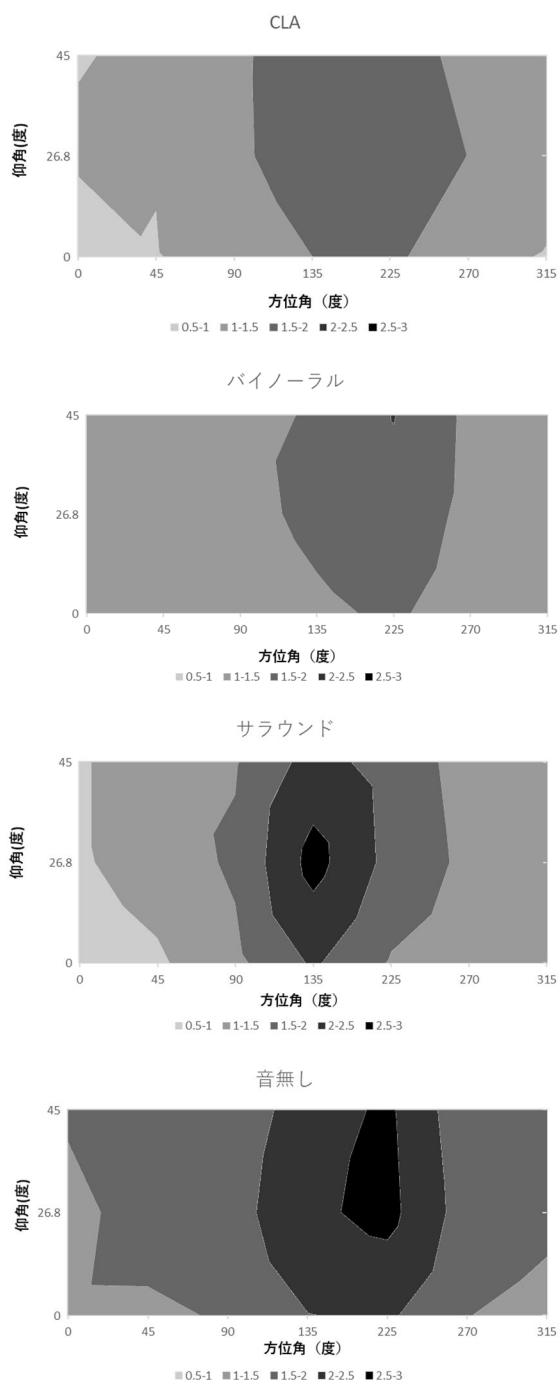


図3 音提示法及び出現位置ごとの反応時間

はCLAとバイノーラルの方がサラウンドよりも有意に反応時間が短かった. 従って, 反応時間に関する視聴覚性能としては, 提案する個人用音場再生は一部の方位角においてサラウンドより優れ, 全体的にはバイノーラルと同等であると言える.

4. まとめ

本研究では, これまでに提案している個人用音場再生システムの視聴覚性能を評価するために, HMDと組み合わせた視聴覚提示装置を構築した. 視覚情報とともに音を提示した場合の反応時間を比較したところ, 提案システムはサラウンドのような従来のスピーカ提示手法よりも優れ, バイノーラルと同等の性能を持つということが分かった.

ここまでの研究ではキューブ型スピーカアレイ単体での性能評価を進めてきたため, キューブ型スピーカアレイで提示するための音源やその位置は, 全て計算機上で算出した仮想音源であった. 今後は, マイクロホンアレイで録音した音をスピーカアレイから提示し, その際の音像定位性能を検証していく必要がある.

参考文献

- [1] 木村敏幸, "8個の指向性マイクロホンを用いた波面合成技術のコンセプトに基づいた個人用コンパクト三次元音場再生システム," 信学論(A), Vol. J97-A, No. 4, pp. 284-294 (2014).
- [2] 繁泉宥斗, 木村敏幸, "個人用音場再生システムによる反応速度の比較実験," 第2回東北地区音響学研究会発表資料, No. 2-15, pp. 1-4 (2019).
- [3] Unreal Engine 4, <https://www.unrealengine.com/ja/blog>.
- [4] Oculus Rift, <http://www.oculus.com/rift/>.
- [5] Max, <http://cycling74.com/products/max/>.
- [6] ANOVA4 on the Web, <https://www.hju.ac.jp/~kiriki/anova4/>.

【連絡先】

氏名: 木村敏幸
 所属: 東北学院大学工学部
 所属地: 宮城県多賀城市中央 1-13-1
 TEL: 022-368-7249, FAX: 022-368-7070
 E-mail: t-kimura@m.icice.org