

# 超音波スピーカによる移動音源の実現と視覚補助による定位性能の向上

## Implementation of Moving Sound Source with Parametric Loudspeakers and Enhancement of Its Localization Performance with Visual Assistance

伊藤 仁一  
Yoshikazu Ito

森勢 将雅  
Masanori Morise

西浦 敬信  
Takanobu Nishiura

木村 朝子  
Asako Kimura

柴田 史久  
Fumihisa Shibata

田村 秀行  
Hideyuki Tamura

立命館大学 情報理工学部  
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

### 1. はじめに

我々は視覚・聴覚の両方で現実世界と仮想世界を融合する複合現実感 (MR) システムを構築してきた[1]。本稿では、新たな聴覚的 MR の提示方式である「音像プラネタリウム方式」[2]を用いて移動音源を実現する方法を検討するとともに、これを実装しその有用性を確認する。

### 2. 移動音源の実現方法

音像プラネタリウム方式は、超音波スピーカから放射される音を壁面、天井や床に反射させることで、その反射面上に音像を構築する方式である。スピーカの放射方向を変えることで、任意の位置に音像を構築することも可能であるが、本稿ではスピーカの方向は変えずに、複数の反射面に放射する音の音圧レベル差を変更するだけで、あたかも音像が反射面間を移動するように受聴者に知覚させる方法について検討する。ただし、この方法だけでは十分な定位性能が得られないことが予想される。一般に、聴覚からの情報は視覚からの情報に大きく影響を受けることが知られている。そこで、本研究では仮想音源の位置に MR による視覚情報を提示することで定位性能の向上を図る。

### 3. 定位実験

#### 3.1 実験目的と準備

視覚 (CG) 付与による効果を確認するため、音源の定位性能の確認実験を行った。システム構成を図 1 に、反射板と超音波スピーカの配置を図 2 に示す。ここでは、2 台の超音波スピーカと 2 枚の反射板を用い、左右に配置された反射板間を水平方向のみに移動する仮想音源を実装した。反射板および超音波スピーカの高さは 1.15m とした。

#### 3.2 実験内容

被験者を椅子に座らせ、椅子の高さを調節し耳の高さを 1.15m に合わせた後、2 枚の反射板間に仮想音源を移動方

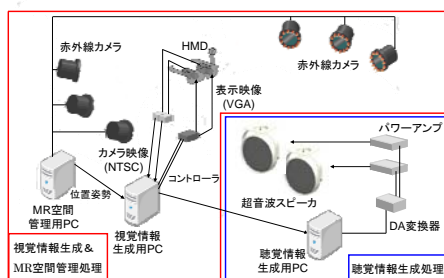


図 1 システム構成

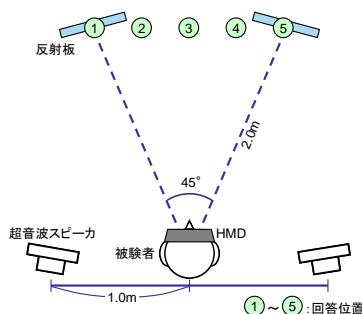


図 2 実験環境

向や移動速度などの条件を変えランダムに提示し、移動の開始位置と終了位置を回答させる。被験者は正面を向いたまま頭を動かさないこととする。回答位置は反射板の間を 4 等分した 5 通りである (図 2)。被験者には実験前に①~⑤からの音を教示する。

提示する仮想音源は、①から⑤、⑤から①、①から③、③から①、③から⑤、⑤から③の 6 種類で移動速度は 0.5m/s、1.0m/s の 2 種類、音源はヘリコプタのプロペラ音とホワイトノイズの 2 種類である。プロペラ音にはヘリコプタの CG を、ホワイトノイズには灰色の球の CG を視覚情報として提示する。また、視覚情報無しでも同様に試行し、計 48 種類の試行を 1 セットとして 2 セット行った。被験者は正常な聴力を持つ学生 6 名である。

#### 3.3 結果と考察

定位実験の平均正答率の結果を図 3 に示す。正答率は、開始・終了位置両方が合っている場合を正答として算出している。視覚情報がない場合は全体として 47.6% の正答率だったが、視覚情報がある場合は 77.4% と正答率が向上している。また、t 検定の結果、視覚情報の有無において有意水準 5% での有意差がみられたため、提案手法は有効であると考えられる。

### 4. むすび

超音波スピーカを用いた左右 2 点間の移動音源の実現方法として、反射板間の音の補間に加え、視覚情報を付加する手法を検討し、その定位性能の確認実験を行った。今後は上下 2 点や 3 点間での補間についても研究を進める予定である。本研究の一部は、科研費・基盤研究 (A) 「視聴覚併用複合現実空間の表現力向上に関する研究」による。

#### 参考文献

- [1] 吉持他: “視覚・聴覚を併用した複合現実感システムの開発 (6)”, 第 15 回日本 VR 学会大会論文集, pp. 262-265, 2010
- [2] 杉林他: “壁面反射型オーディオスポットを用いた高臨場感 3D 音場提示手法の検討”, 同上, pp. 204-207, 2010

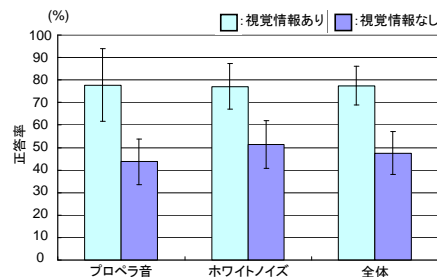


図 3 実験結果