

Multiple Vertical Panningを用いた立体音響システムの実用化

PRACTICAL REALIZATION OF 3D AUDIO SYSTEM USING MULTIPLE VERTICAL PANNING

木村敏幸¹
Toshiyuki Kimura

安藤広志¹
Hiroshi Ando

(独) 情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所¹

Universal Communication Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology

1 まえがき

NICTでは次世代の立体映像技術として裸眼立体映像技術に着目し、これまでにプロジェクタアレイを用いた方式を提案し、200インチの画面を持った大画面裸眼立体映像提示システムを開発してきている[1]。我々はさらに大画面裸眼立体映像提示システムに適合する立体音響システムとして、今までとは異なる観点に基づいた新たな立体音響システム(Multiple Vertical Panning, 以降「MVP方式」と呼ぶ)を提案している[2]。本発表では提案システムの原理を示すとともに、これまでに実施してきた2種類の視聴覚実験(MVP方式の性能評価, MVP方式の実用化)について述べる。

2 MVP方式の原理[2]

図1にMVP方式の基本構成を示す。まず、図1の左側に示すように、立体像の位置の上下に2個のスピーカを配置する。そして、音源に音量差をつけて2個のスピーカから音を再生(すなわち「垂直パニング」)すると、視聴者は2個のスピーカの間で音が鳴っているように感じるようになる。その際、適切な音量差を設定することによって、視聴者は立体像の位置で音が鳴っているように感じるようになる。音が鳴っているのはスクリーンの上下に配置した2個のスピーカだけなので、複数の視聴者はどこにいても常に立体像の位置で音が鳴っているように感じることができる。

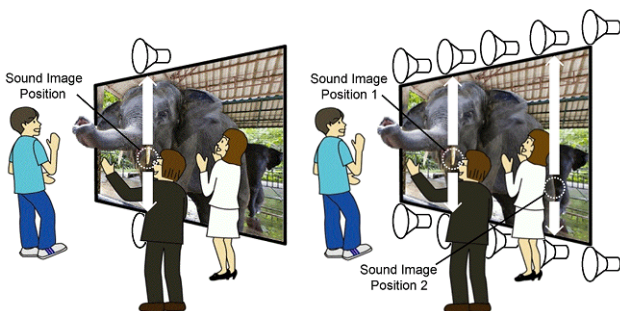


図1 MVP方式の基本構成

さらに、図1の右側に示すように、スクリーンの上下に複数のスピーカ対を配置することによって、音像を表現できる位置がスクリーンの上下方向のみならず左右方向にも拡大される。これにより、複数の視聴者はどこにいても常に大画面裸眼立体映像提示システムがスクリーン上に描写する立体像の位置で音が鳴っているように感じることができる。

3 MVP方式の性能評価実験[2]

実験は200インチ背面投影型映像スクリーンが設置されている映像実験室にて行った。部屋の残響時間は258ms、部屋の暗騒音レベルは41dBAだった。スクリーンの上下に計82個のスピーカを配置した。スピーカはスクリーンより0.5m前方に配置した。上下のスピーカアレイ全体の長さは4.51m(=11cm×41)である。視聴位置はスクリーンから5.2mの距離に設定した。また、スクリーン正面の視聴位置(以降「正面位置」と呼ぶ)に加えて、スクリーン正面から2m左側に移動した視聴位置(以降「側方位置」と呼ぶ)をもう1か所設定した。2か所の視聴位置の高さは視聴者の耳の位置において1.4mとした。音圧レベルはスクリーン正面の視聴位置において約70dBAに設定した。

実験全体は視聴位置ごとに2つに分割した。視聴位置の提示順序は視聴者ごとにランダム化した。視聴者には音と同時に立体像が提示されたら立体像を注視して音を聞き、音を聞いた後に知覚した音像の位置を回答用紙に記入するように教示した。回答の際には視聴者は頭部及び上半身を自由に動かすことができた。

音源に白色雑音、立体映像にスピーカを用いた場合の実験結果を図2に示す。縦及び横方向のエラーバーは水平及び垂直方向の95%信頼区間を表す。知覚した音像の位置が灰色の丸に近ければ、視聴者は立体像の位置に正しく音像を感じているということを表している。どの視聴位置においても視聴者は立体像の位置と同じ位置に音像を感じている。従って、音と立体映像を提示した場合、MVP方式では視聴者はどの場所で視聴しても正確な位置に音像を感じると言える。

4 MVP方式の実用化実験[3]

実験は200インチ背面投影型映像スクリーンが設置されている会議室にて行った。部屋の残響時間は402ms、部屋の暗騒音レベルは38dBAだった。スクリーンの上下に計42個のスピーカを配置した。スピーカはスクリーンより0.275m前方に配置した。大画面裸眼立体映像提示システムの視聴範囲(最適視聴距離は5.5m)を考慮して、スクリーンから3.5, 5.5, 7.5m離れた地点に3か所の視聴位置(以降「前方位置」「中心位置」「後方位置」と呼ぶ)を設定した。さらに、中心位置から2m左側に移動した視聴位置(以降「側方位置」と呼ぶ)をもう1か所設定した。計4か所の視聴位置の高さは視聴者の耳の位置において1.5mとした。音圧レベルは中心位置において約70dBAに設定した。

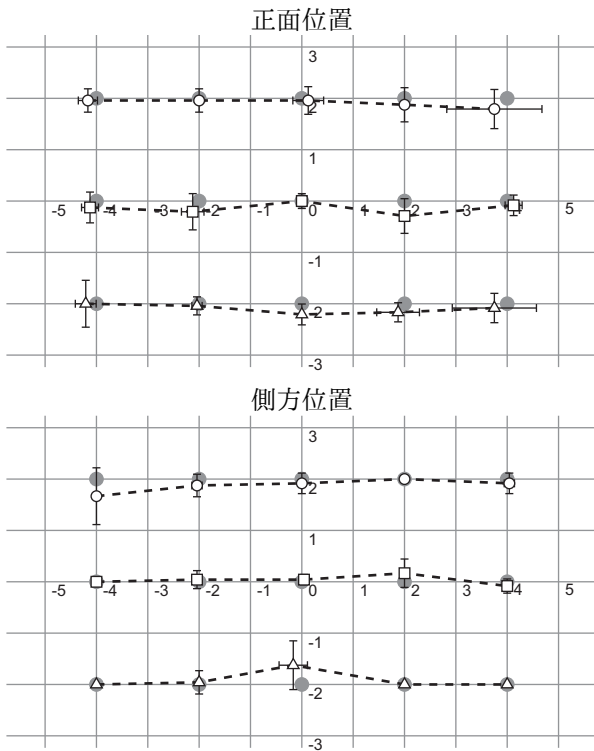


図2 MVP方式の性能評価実験の結果

実験に用いた立体映像は5秒間の間にUFOが音を出しながら画面内を動き回り、UFOが星やボールに当たると星やボールの場所から音が再生されるという内容である。本実験では音を再生するスピーカの数に42から22, 12, 10, 6, 4と減らしていった場合として音の再生条件を設定した。

評価手法にはSchefféの対比較法(浦の変法)[4]を用いた。実験では評価指標を2種類(「音の位置の一致度」「音の動きの一致度」)を設定し、実験全体を評価指標ごとに2つに分割した。さらに、視聴位置ごとに分割を行い、計8つのセッションを設定した。評価指標、視聴位置及び試行の提示順序は視聴者ごとにランダム化した。視聴者には先に提示した刺激音(A)を基準にして後に提示した刺激音(B)の音の位置や動きの一致度を聴取者に評定させた。評定の際には視聴者は頭部や上半身を自由に動かすことができた。

実験条件ごとの平均評定値を評価指標ごとに図3に示す。エラーバーはヤードスティックによる95%信頼区間を表す。検討した実験条件の中で最も平均評定値が高い条件を基準としてスピーカ数による臨場感への影響を検討する。スピーカ数が4と6の場合は最も平均評定値が高い条件よりも5%有意で平均評定値が低い場合が存在する。一方、スピーカ数が10, 12, 22, 42の場合は全てのセッションにおいて最も平均評定値が高い条件との有意差は見られない。つまり、スピーカ数が10以上になると、視聴者はそれ以上にスピーカ数を増やしても臨場感の違いを識別できないということが言える。従って、MVP方式を用いて視聴覚システムを構築する場合、スピーカ数は10個(スクリーン上部及び下部にそれぞれ

5個)にまで減らすことが可能であると考えられる。

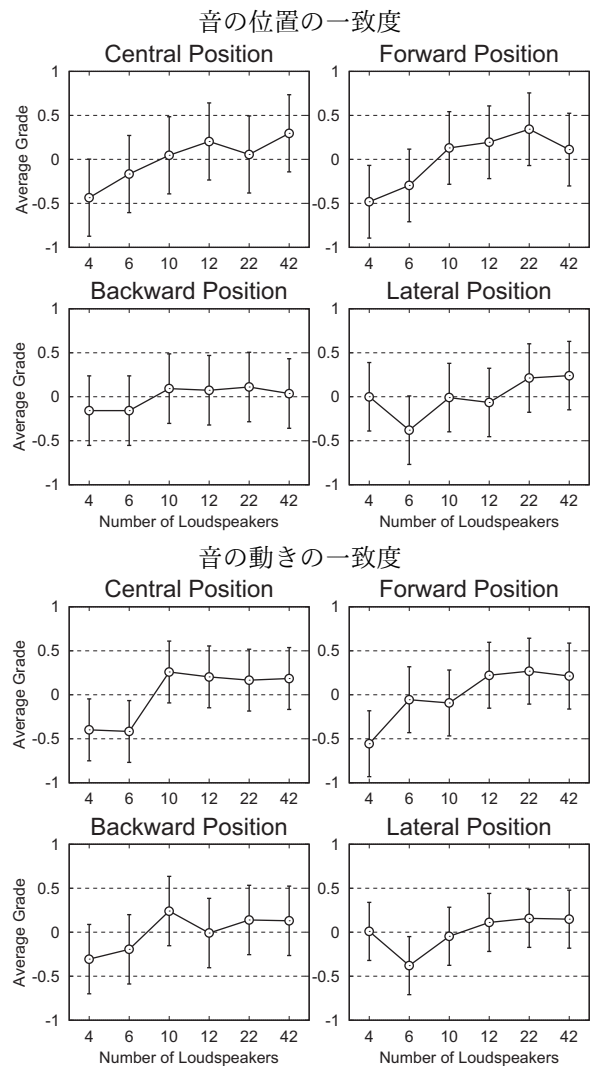


図3 MVP方式の実用化実験の結果

5 まとめ

本発表では、Multiple Vertical Panning (MVP)方式に基づいた立体音響システムを提案した。MVP方式の性能を評価するために視聴覚実験を行ったところ、視聴者はどの場所で視聴しても立体像の位置に音像を感じることが分かった。また、実用化のためにスピーカ数を減らした場合の影響を視聴覚実験によって検討したところ、スピーカを10個(スクリーン上部及び下部にそれぞれ5個)用いれば実用的なシステムが構築できることが分かった。

参考文献

- [1] 安藤ら, 情報通信研究機構報道発表, 2011. <http://www.nict.go.jp/press/2011/01/25-1.html>
- [2] Kimura *et al.*, ITE Trans. on Media Tech. and App., 2 (1), pp. 33–45, 2014.
- [3] 木村ら, 音講論(春), pp. 953–956, 2014.
- [4] 日科技連官能検査委員会編, “官能検査ハンドブック,” 日科技連出版社, 1973, pp. 366–374.