



立体音響の重畳による音環境への印象制御

Impression Control on Sound-environment by Superposition of Stereophonic Sound

小野寺涼¹⁾, 中泉文孝²⁾

Ryo ONODERA and Fumitaka NAKAIZUMI

1) 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学研究科

(〒530 - 8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1 - 45, m1m17r06@oit.ac.jp)

2) 大阪工業大学 工学部

(〒530 - 8568 大阪府大阪市北区茶屋町 1 - 45, fumitaka.nakaizumi@oit.ac.jp)

概要 : 本研究では実空間中の音響に対し立体音響を重畳することで音響に関しての AR を行いバーチャル情報の実在感を高めることを目標としている。音の提示手段として骨伝導を利用することで耳介周辺を閉塞せず直接劣化のない実空間による音響刺激と提示音響との重畳が可能である。本稿ではこの方法によって異なる特性の音響を提示することによって受聴者への印象制御を試みた。

キーワード : 聴覚, AR/MR, 立体音響, 骨伝導音

1. はじめに

近年 HMD などの利用によって VR を研修や訓練などへの利用されることが増加しており, 完全にバーチャルコンテンツとして与えられた空間上で作業するのではなく実空間との混合環境で高い臨場感を与えられることが必要となってくる場合も増加すると考えられる。

その際バーチャルコンテンツからの音響提示にはヘッドホンなどの装着型デバイスによる方法やスピーカアレイによる音場合成を利用する方法などが考えられるが前者の方法は音場提示可能領域に制限がなくユーザが室内を自由に動き回るにはより望ましいと考えられる。しかし音響の提示において耳を密閉していない状態であることで臨場感を向上させることができると[1]でも示されており, 実環境から集音を行い提示音響との重畳処理を行う必要がないことから受聴者の耳を解放できる音響提示手段を利用することがより望ましいと考えられる。そこで耳介周辺を閉塞せず音響の提示が可能な手段でかつデバイスが軽量の骨伝導式スピーカを利用することを考えた。しかし[2]でも示されているように骨伝導式スピーカを利用して音響提示を行う場合受聴者に提示できる音の解像度は低下する傾向にあり精密な方向覚提示を行うことは難しいことが予想される。そこで本研究では骨伝導式スピーカによって立体音響を提示し環境音と重畳させた際受聴者の音環境への印象を制御することが可能であるか試みた。

2. 構成

骨伝導スピーカによって立体音響を提示して臨場感の向上を目指すにあたり, 骨伝導スピーカを用いることによって音響の解像度が通常のヘッドホンなどで提示するものには劣ることを考慮する必要がある。[3]によると 8 ~ 12 KHz 以下の周波数領域を遮断した音声を提示した場合音圧差によって方向定位が行われるため受聴者の受ける方向感覚にファジィ性が現れ, 2 ~ 4 KHz 以上の周波数領域を遮断した場合は位相差によってのみ方向定位が行われるため前後方向誤りが発生すると考えられており, 少なくとも 12 KHz 以上の高周波領域においては方向感覚の提示のために音源の受聴者位置からの角度によって音量の調節を行うのみでよいと考えられる。また[4]によると少なくとも 12 kHz までの範囲での測定にて後方では高周波領域について位相差が生じ前方では低周波領域に位相差が生じるとも論じられている。このことから提示音響の 12 kHz 以上の成分に関しては受聴者の正面を 0[deg]として角度をとり, 耳の方向に 50[deg]程の位置が最も受音しやすく耳とは反対の方向に 130[deg]程の角度が最も受音しにくいと仮定して図 1 のように音量の調整を行った。

音響提示デバイスとしては After shokz 社の trekz titanium を使用した[5]。この骨伝導式スピーカはヒトの可聴域とされる 20Hz ~ 20 kHz と同じ周波数帯域があり音響を提示するデバイスとして十分な性能があると判断した。

これらによって構成された音響調整システムを用いて

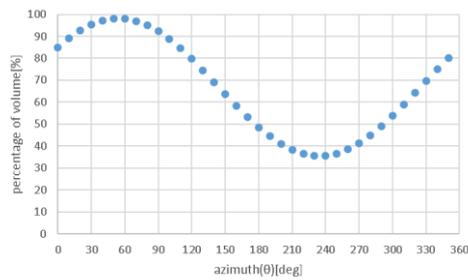


図 1: 受聴者に対するバーチャル音源の水平角移動による提示音量の変化比率

生成した立体音響を骨伝導式スピーカに入力し図 2 に示すように受聴者の下顎窩周辺から提示した。

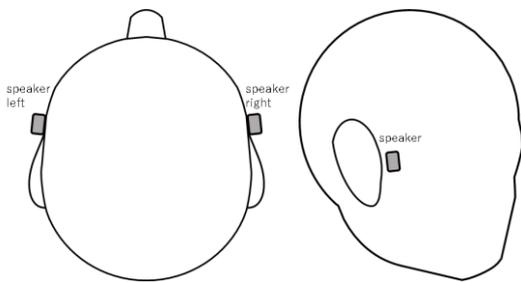


図 2 骨伝導式スピーカの配置

3. 音響提示による印象制御の試み

3.1 実験目的

周囲環境音の平常通り聴取可能な状態でバーチャル音源由来の立体音響を提示することで骨伝導音と周囲環境音の重畳を発生させる。この際提示音響に実環境とは近い、または異なる音響条件を与えて提示することで受聴者の音環境に対する印象を制御することを試みた。ただしここではバーチャル音源は受聴者頭部に対して水平面上にあると仮定して音響を提示し上下方向は考慮しないものとする。

3.2 実験内容

ランダムな方向を設定した構築したシステムによる立体音響を骨伝導式スピーカを用いて複数回提示し受聴者の音環境への印象にそれぞれ変化が生じていたかを確認した。この際実環境との重畳による影響を確認するため実験を行う室内に何らかの環境音が存在する状態で行った。提示する音響は実験環境において実際に鳴りうる音として時計のアラーム音と紙の裂ける音の二種類を用意

しそれぞれから実環境より明らかに長く響く(残響時間 1.2s 程)・同程度に響く(残響時間 0.2s 程)・殆ど響かない(残響時間 0.02s 程)三種類の音を生成しそれぞれによる印象の変化を評価する。

その結果、試行回数が少ないが周囲音が提示音響に対し明らかに大きい音量である場合を除き音が連続して鳴らされる時間が長いほど聴取した音響の残響により音の響きやすい環境であるように感じやすく、提示音がインパルス音に近づく程に環境音による影響が大きくなり音環境への印象が変化しにくくなる傾向が見られる。また連続して鳴らされる時間が長い音響であれば残響時間が短い場合周囲環境音の一部であると錯覚しやすい傾向があり、短い音響を提示する場合でも長い残響音を伴っていると同様の傾向が見られる。

4. まとめ

本研究では骨伝導式スピーカを利用して残響を加えた立体音響を提示することで実空間中の音場と重畳させ受聴者の音環境への印象を変化させることを試みた。現状では試行人数が少ないが環境音が提示音より大き過ぎない場合音の連続聴取時間が延びる程音環境に対する印象への影響は大きくなり、連続聴取時間が短いほどその影響が小さくなる傾向が見られた。また実環境で鳴らされる音より長い残響を持つ音響を提示した場合でも実空間で鳴らされたものと錯覚する可能性があることが試行で見られた。

今後実験に用いる音響データのパターン、音環境に対する印象へ影響を与えられる周囲音との音響レベル差についても今後検討していく必要がある。

参考文献

- [1] 比嘉恭太, 西浦敬信, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 視覚・聴覚を併用した複合現実感システムの開発(1) — 視覚的 MR と聴覚的 MR の同時提示の実現 —, 日本バーチャルリアリティ学会第 11 回大会論文集, 2006.
- [2] 山本 雅大: 音像定位技術を用いた視覚障害者の移動支援, 第 2 回トロン/ユビキタス技術研究会, 2010.
- [3] 森川大輔, 島倉希, 平原達也: 水平面音像定位に必要な周波数帯域, 日本音響学会講演論文集, 2009.
- [4] 霜山 竜一, 山崎 憲: 前・後方音源から到来する音の位相差スペクトル分布の違い, 2008 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2008.
- [5] <http://aftershokz.jp/trekz-titanium/>, 2017.