

# 頭部装着型実音場拡張システム

岡田 敦<sup>†</sup> 飯田 誠<sup>‡</sup> 苗村 健<sup>†</sup>

† 東京大学大学院 学際情報学府, ‡ 東京大学大学院 工学系研究科

† ‡ {atsushi, iida, naemura}@hc.ic.i.u-tokyo.ac.jp

## 1. はじめに

筆者らは、体験者の周囲の音（実音場）を拡張することで、空間に様々な演出効果を与える研究に取り組んでいる。実音場の音を増幅して聞かせるシステムとして補聴器があるが、一般的な補聴器は音圧を増幅するという機能のみである。しかし実音場の拡張には、単なる増幅に留まらず、空間の広がり感や質感の制御、話速変換や翻訳といったものまで考えることができる。そのような拡張を行うためには、処理を施した音のみを提示するために、空間中の音を遮断する必要があり、この点で補聴器にない遮音機能が必要になってくる。

以上の要件を満たすシステムとして、筆者らは頭部装着型のシステムを開発してきた[1]。システムは周囲の音を遮断しつつ、耳介付近で取得した音響信号に拡張処理を施して提示する仕様である。取得した音響信号は実音場を良好に再現することが実験により示されている。

本稿ではこのシステムを用い、空間知覚を変化させる処理や話速変換などの拡張処理を行うアプリケーションについて報告する。

## 2. 頭部装着型実音場拡張システム

頭部装着型実音場拡張システムはイヤホン、ヘッドホン、マイクロホンから構成される(図1)。遮音性の高いヘッドホンとイヤホンにより周囲の音を遮断する。ヘッドホンの外面上にマイクロホンを固定し、実音場を取得する。取得した音をPCで拡張処理し、ヘッドホン内部に装着したイヤホンから拡張音を提示する(図2)。

マイクロホンをヘッドホン外面上に固定することで、常に体験者の頭部位置と姿勢に応じた音響

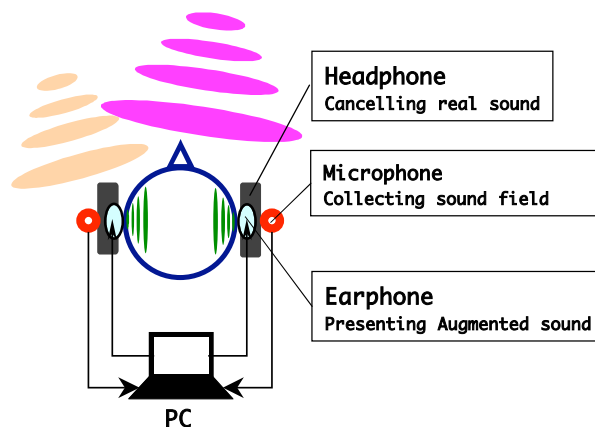


図1：装置の模式図



図2：装置概観

信号を取得できる。この手法により、実人物から型をとったダミーヘッドマイクよりも個人差なく、良好に前後位置を判定させることができる[1]。

マイクロホンには SOUNDMAN 製 CXS2, 遮音ヘッドホンに BOSE 製 QuiteConfort2, 拡張音提示に密閉型イヤホンを用いた。

## 3. 実音場拡張に基づく空間演出

取得した音響信号に対して、遅延時間を様々な操作することで、空間知覚を変化させたり、音源位置をずらすなどの効果が与えられる。また音響信号を微小時間フレームに区切って操作することで、話速変換やピッチ操作を実現することができる。本章ではこれらの実装結果について述べる。

### 3.1. 遅延時間操作による演出

取得した音を減衰させ、数ミリ秒遅延させて繰

Head Mounted Auditory System for Augmenting Real Sound Field  
Atsushi OKADA<sup>†</sup>, Makoto IIDA<sup>‡</sup>,

and Takeshi NAEMURA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,

The Univ. of Tokyo

<sup>‡</sup> Dept. of Electronics Eng., The Univ. of Tokyo

繰り返し提示することで、残響効果を操作するアプリケーションを実装した(図3)。残響音を様々な操作した音や、知覚させたい部屋の広さを仮定し残響を付加した音を体験させた結果、部屋の質感が変化したように感じるが、部屋の広さは変化しない、音場の定位感が失われる、といった意見が得られた。

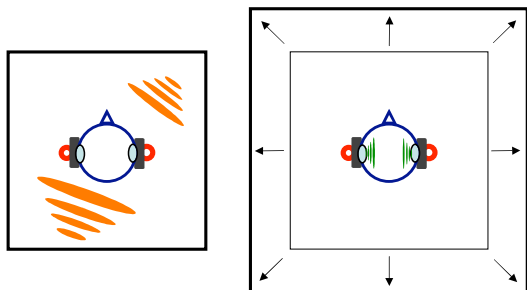


図3：残響効果による空間知覚の変化

また、出力を5秒から10秒程度遅延させることで、周囲の様子と聞こえる音が時間的に一致しない空間を提示するアプリケーションを実装した(図4)。実際に体験者の周囲で歩き回ったり、拍手をするなどして様々な音を提示した。その結果、数秒後に定位感のある音像が再現され、思わず振り返ってしまうという体験が報告された。

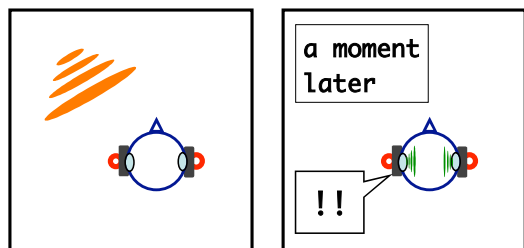


図4：視聴覚の時間的なずれによる効果

また左右にマイクロホンを複数固定し、それぞれの入力音の音圧差、提示時間差を操作することで、音像の定位する位置を左右に振り回す効果を体験させることができた(図5)。

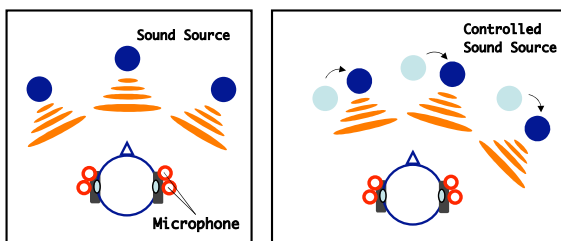


図5：両耳時間差、音圧差によるずれ効果

### 3.2. 音の微小時間フレーム操作による演出

取得した音を微小時間フレームに分割して処理

を施すことで、話速を変換させたり、ピッチを変化させるアプリケーションを実装した。話速変換は、微小時間フレームをそのまま複製や割愛することで、実音と同じピッチで再生時間だけ変化する効果である。ピッチ変換は、全体の再生時間は実音と変わらないが、微小時間フレームの再生速度を変化させることでピッチだけ変化する効果である。これらの体験者からは以下の意見が得られた。

- ・ 話速変換は話速を速く／遅く聞くことができるが、聞く一方になり会話ができない。
- ・ 話速変換では音場の定位感が失われるが、ピッチ変換では音場が良好に定位し、不思議な感覚を覚えた。

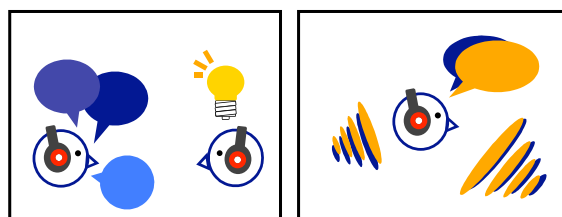


図6：話速やピッチを変換する効果

## 4. むすび

本稿では頭部装着型実音場拡張システムを用いた空間演出アプリケーションを実装し、その効果について検討した。その結果、音場の定位感が良好に与えられるアプリケーションにおいて、本システムが特に有効であることが示唆された。今後は複数マイクロホンを利用したシステムについて検討しつつ、実音場の再現性を利用したアプリケーションの実装を進め、音による空間演出やコミュニケーション空間の創出を目指す。最後に本研究を進めるにあたり有益な助言をいただいた原島博教授に深く感謝する。

## 参考文献

- [1] 岡田ほか：“頭部装着型実音場拡張システムの基礎検討”，信学技報 MVE2004-48 (2004)。
- [2] 大山ほか：“感覚・知覚ハンドブック”，誠信書房，1996。
- [3] 江川ほか：“ノトリガエシ”，芸術科学会第3回 NICOGRAPH 春季大会，pp.185-186，2004。
- [4] “Sonic Interface”，  
<http://www2.gol.com/users/m8/index.html>