

龍谷大学武蔵野大学連携 シンポジウムに参加して

渋谷 朋暉

Tomoki SHIBUYA

数理情報学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は2023年2月10日から12日にかけて、武蔵野大学で開催された「龍谷大学武蔵野大学連携シンポジウム」に参加し、『HRTFと加速度センサーを用いたリアルタイム空間オーディオ』をテーマに口頭発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

現実世界と仮想世界を融和するMRという考えが広まってきており、立体化や空間化での表現はヒトに仮想世界を現実世界の一部として感じさせる。しかし仮想と現実の融和においては投影するためのディスプレイなどのインターフェイス問題を抱えている。そこで音源のみを用いた立体表現を考えてみる。投影を用いないため専用のディスプレイやゴーグルは不要であり、出力デバイスはイヤホンのみで可能となる。

これを実現するためには、リアルタイムに使用者の方向を取得し、イヤホンに流すと事前に決めた方向から音源が流れているように処理することと、それをリアルタイムで出力する必要がある。本研究では、Pythonを用いて方向を持たない音源をセンサーからの情報をもとに、リアルタイムで処理し出力するプログラムを作成し、実際に音源変換の実験をおこなった。

2.2 音源の立体化処理

方向を持たない音源を立体化するには以下のように定義される頭部伝達関数(HRTF)という、各方向からのインパルス応答を関数化したデータセット

を用いて畳み込み積分を行うことで変換することができる。

$$HRTF_E(r, \theta, \phi, \omega) = \frac{H_E(r, \theta, \phi, \omega)}{H_O(r, \theta, \phi, \omega)}$$

ここで添え字Eは左右(L/R)のいずれかを指し、rは音源から頭部中心までの距離とし、被験者の視線を0°と考え、音源の水平の角度を θ 、仰角を ϕ として、音源の角周波数を ω とする。ここで関数 H_O は頭部を考慮しない、つまり頭部が存在しない場合での音響伝達関数を指し、 H_E は実際の計測を行った左右の耳での結果とする。今回の実験では名古屋大学で公開されているデータセットを利用した。

2.3 リアルタイム化

使用者の頭部の動きに合わせて音源の仮想位置の相対的な方向を変える必要がある。音源の変換と出力をリアルタイムに行う必要がある。そのため、音源データの読み込み処理をする際に、一度にすべてのデータを埋めるのではなく、ブロックごとに読み込み処理を行い、角度を取得している。ブロックサイズは128としている。このブロックデータをHRTFで変換するとHRTFの点の数の2倍、つまり1024のデータ数が出力される。これは元の128点の音が残留して時間領域で影響をどの程度与えるかを計算している。これをその後の計算に足し合わせることで残留を表現している。

2.4 実験結果

作成したプログラムを用いて、音源の左右チャンネルの変化を調べた。実験に用いた音源は「天国と地獄」である。

- 1 回転させ偶に反対に回すなどで常に動かし続ける
- 2 正面を0°として反時計回りに90°で固定する
- 3 正面を0°として反時計回りに180°で固定する

4 正面を 0° として反時計回りに 270° で固定する

という4つの実験を行った。図1がその結果の波形である。

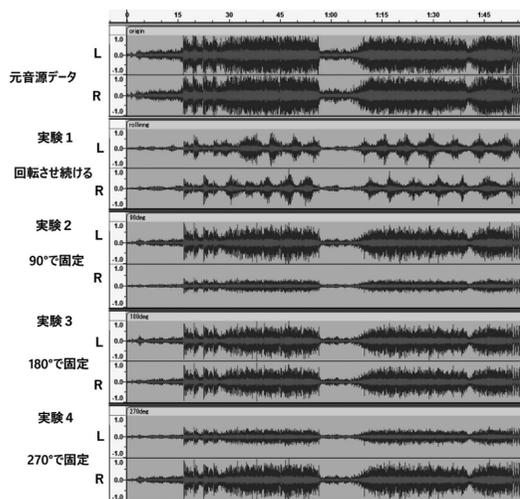


図1 実験でのそれぞれの波形の出力結果

2.5 考察

全体を通して左右差を持つ音源が得られた。

元データおよび実験2, 3, 4では左右で大きく違うものの元の波形が残っているのに対し、実験1では明らかに音が小さくなり波形が変わっている。音が小さくなったことについて、 90° や 180° を通過しているが、実験2, 3, 4の波形では見られないことから特定の角度が原因ではなく、回転していることが原因だと予想できる。

実験3では後ろ方向となるので、音圧は小さくなると予想していたが大きな差は現れなかった。実際

にイヤホンで聞くとわかるが、少しくぐもった感じとなった。

2.6 今後の課題

水平方向に対する空間オーディオ化を行うことができた。仰角方向に対しても同様に行えると予想できるので、そちらでも実験を行わなければならない。

空間化を実装するためには、距離感を設定する必要があるが、本研究では加速度センサーの感度の問題で実装できなかった。これについては、用いる加速度センサーの吟味や、別の位置データの取得方法を考える必要がある。

3. 発表を終えて

学外での初めての研究発表であったが、様々な意見をいただき、今後の研究の方針について得られるものがあつた。また、双方の院生の研究内容やその過程を交流の中で実際に詳しく聴くことができ、今後の修士課程での研究についてイメージを持つことができた。

4. おわりに

流行りの感染症により直前の卒論発表会に参加できなかったこともあり、対面での交流会はとても有意義なものに感じられた。

最後に、本シンポジウムの世話人として尽力していただいた飯田先生、武蔵野大学の森先生にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。