

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：Sound as a System プロジェクト

ミッション名：位相制御を用いた立体音響演出システムの開発

ミッションメンバー：システム工学部 2 年山本創大、システム工学部 4 年近藤伊佐直、システム工学部 3 年奥本佑哉、システム工学部 2 年北林悠河、システム工学部 2 年大森伊月、システム工学部 2 年中野裕介、システム工学部 2 年近澤幸郎

キーワード：立体音響・ソフトウェア開発・スピーカーシステム・GUI・信号処理・空間演出

1. 背景と目的

近年、映画やゲームなど、様々なデジタルコンテンツにおいて、立体音響が応用されており、臨場感のある演出には必要不可欠なものとなりつつある。例えば、映画における飛行機の飛行シーンでは、飛行機が後方から前方に飛行すれば、それに伴って音も追従するといった演出が体験できる。

このような演出は、映画館にある数多くのスピーカーから、それぞれあらかじめ緻密に計算された音源を再生することで実現している。そのため、音源の制作から再生機器に至るまで、大掛かりな設備や特殊な機材が必要となる。このように、現状では立体音響演出を体験するには、非常に大きなコストがかかってしまう。

そこで、本ミッションでは、より多くの方に様々な場面で立体音響演出を楽しんでもらえるよう、専用の音源を必要とせず、かつ設備も小規模にすることで、低コストで体験できる立体音響演出システムの実現を目指す。なお、より多くの方に立体音響演出の魅力を知ってほしいという願いから、最終目標は、システムの開発にとどまらず、実際に展示をし、多くの方に体験してもらうこととした。

2. 活動 内容

前節で述べた通り、提案するシステムは、音源の形式に依存せず、立体音響演出をインタラクティブかつ低コストで実現させるシステムである。

提案システムでは、立体音響演出の実現に、位相制御技術を採用した。これは、2 基のスピーカーに対し、音源を正位相で再生すると中央から音が聞こえるように、逆位相で再生すると周囲から音が聞こえるようになる現象を利用している。位相制御のイメージを図 1 に示した。これを、4 基のスピーカーで組み合わせて行うことで実現した。

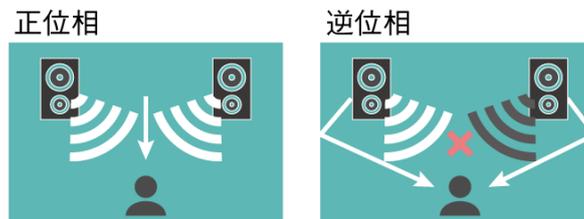


図 1；位相制御のイメージ

提案システムの全体構成を図 2 に示した。システムの動作の流れは、次の通りである。まず、ソフトウェアにより出力位置（チャンネル）と音源を指定し、位相などのパラメータを制御する。次に、ソフトウェアから入力された音をオーディオインターフェースにより 4 つのスピーカーに分配

する。最後に、4つのスピーカーから、制御された音を出力する。なお、インタラクティブな演出を実現するため、パラメータの制御は、実時間処理が可能なように実装した。

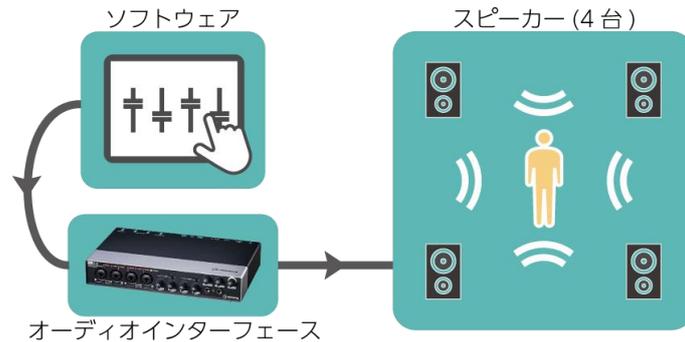


図2；システムの全体構成

2-1. ソフトウェア開発

ソフトウェアは、Python とその各種ライブラリを用いて開発した。ライブラリは、音声の出力部の制御に PyAudio を、GUI の実装に Kivy をそれぞれ用いた。なお、ソフトウェアの実装内容の詳細は第3節の活動の成果で述べる。

2-2. おもしろ科学まつりでの展示

開発したシステムのプロトタイプを用い、未就学児から大人までのイベント来場者を対象に、立体音響演出の体験型展示を行った。

具体的な展示内容は、まず、2つのスピーカーを用いて正位相と逆位相の違いを体験し、次に、4つのスピーカーを用いて8方向の立体音響演出を体験するというものである。実際の展示の様子を図3に示した。

展示の結果、多くの来場者から、提案システムによるインタラクティブな音の聞こえ方の変化、立体音響演出を体感できたとの声が多かった。



図3：体験型展示の様子

3. 活動の成果や学んだこと

3-1. システムとソフトウェア

開発したソフトウェアは主に、内部処理部と GUI 部に大別される。内部処理部では、チャンネルごと独立に正位相・逆位相のシームレスな切り替え処理を実現し、GUI 部では、直感的に位相制御が可能なインタフェースを実現している。この際、GUI 部での変更をリアルタイムに反映できるよう、内部処理部のプログラムを設計・実装した。



図4：各部の特徴

内部処理部の実装において最も重視したことは、各チャンネルのパラメータをリアルタイムかつシームレスに変化させることである。また、位相制御は、音声信号に1から-1までの値を乗算することで実現されるが、この際、音量を一定に保つ目的で、入力音声信号にディレイ（遅延）をかけたものを適宜加算して調整している。

内部処理・GUI 各部の特徴を図4に示した。本システムのアピールポイントとしては、図4の①～④に表されたチャンネルごとに別の音源を選択し、GUI 部によって独立した位相制御をリアルタイムかつシームレスに行える点である。これにより、複数の音源を使用した、直感的な立体音響演出が可能となった。

3-2. 考察

おもしろ科学まつりでの体験型展示により、多くの方々が、提案システムによる音の聞こえ方の変化を実感できることが分かった。

本システムをさらに改良することで、多くの方がより手軽に、そしてより直観的に立体音響演出を楽しめるシステムが実現できると考えられる。

また、本システムは教材としての応用も考えられる。具体的には、小学校から学ぶ「音波」について、音が空気の振動による波であることや干渉することを実際に体感して学ぶ教材となり得る。

さらには、庭園に本システムを組み込み、自然界の音をリアルに再現する空間演出やサウンドスケープとしての応用、親和性が高いメディアアート作品への応用といった、様々な場面への応用が可能であると考えられる。

自然界の音によるヒーリング効果やデジタルエンターテインメント作品における各種演出効果など、音が人に与える影響は広く認められている。本システムの実現により、これらの応用をはじめとする、音の側面からの空間演出の多角化に幅広く貢献すると考えられる。

3-3. 学んだこと

Python を用いたソフトウェア開発を通して、オブジェクト指向プログラミングに対する理解や、情報工学の知識を学ぶことができた。また、バージョン管理システムである Git を用いて開発を行い、チーム開発への理解を深めることができた。さらに、位相制御の実装に用いた信号処理・音響工学に関する知識も習得することができた。

4. 今後の展開

今後も、提案システムの改良を続けていく予定である。具体的には、GUI 部を改善し、より直観的に空間内での音源の配置を指定できるようにする。それに伴って内部処理部も改良し、チャンネル・位相などのパラメータを自動で最適化し、空間内の指定した位置から音が聞こえるように設定するアルゴリズムを検討中である。図 5 に提案システムの将来像を示した。

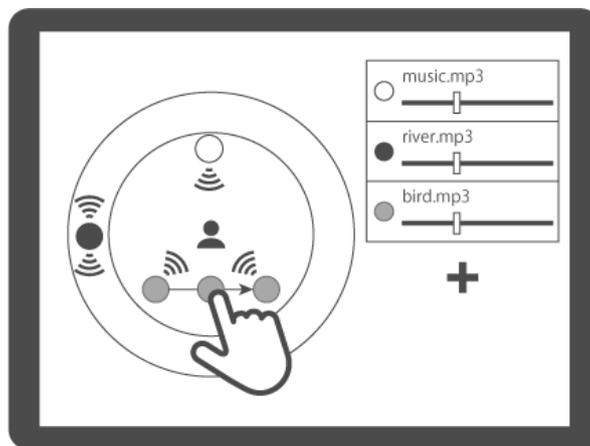


図 5：提案システムの将来像

また、システムの改良のみならず、提案システムの応用も検討している。3.2 で述べたように、様々なものに本システムを融合し、新たな演出の可能性を模索したいと考えている。

5. まとめ

本ミッションでは、デジタルコンテンツの「音」の部分に着目して、音の位相を利用するという新しいアプローチによる立体音響演出を行うシステムを開発した。提案システムでは、スピーカーを 4 基使用し、各スピーカーが適切な音声を出力できるよう制御する、専用のソフトウェアを開発した。

本ミッションで開発したソフトウェアは、Python と、そのライブラリである PyAudio、Kivy を使用して実装した。本ソフトウェアは、GUI の操作に合わせてインタラクティブに出力チャンネルと音源を割り当て、シームレスな位相制御を各チャンネル独立して行うことができる。

実装にあたっては、再生中も各パラメータをリアルタイムに変化させることに注力した。これら開発時の試行錯誤を通して、ミッションメンバーのソフトウェア工学に対する理解を深めること、システムの開発能力を養うことができた。

今後も、第 4 節で述べたように、提案システムのさらなる改良と、本システムを応用した立体音響による新たな空間演出の可能性の模索を続け、さらには音の魅力を多くの方に伝えるための展示活動にも励んでいきたい。