

3Dネットワークオーディオのためのデータベースシステムと ユーザインターフェースの開発*

☆金子雅彦¹, 池田雄介², 渡邊祐子¹, 伊勢史郎^{1,3}

(¹ 東京電機大, ² 早稲田大, ³ JST, CREST)

1 はじめに

境界音場制御の原理[1]に基づき開発してきた没入型聴覚ディスプレイ装置“音響樽”は実用レベルに近づきつつあり、応用分野の整備が必要な段階に入っている[2]。特に3Dオーディオコンテンツの制作、配信、再生において柔軟なデータのやりとりが可能な情報システムのデザインが求められている。これまで原音場での収録から音響樽による再生までの信号処理はローカルな環境で手作業により行ってきたが、ネットワークを通じてファイル情報を共有し、再生環境におけるユーザインターフェースを整備することにより、各種信号処理をグローバル環境で行うことが可能な統合的な3D音場収録・再生環境を実現できる。これらを実現する3Dネットワークオーディオシステムのためのキーとなるユーザインターフェースとデータベースを開発した。本研究ではその構成について述べる。

2 BoSC システムにおける処理の流れ

境界音場制御の原理に基づいた三次元音場再現システム(以降 BoSC システム)は、現在 80ch マイクロホンアレイ (BoSC マイクロホン) で収録し、内部に 96 個のスピーカを設置した音響樽により再生することにより高い没入感を実現している。Fig.1 にその処理の流れを示す。

2.1 3D コンテンツ収録

原音場において BoSC マイクロホンをマルチチャンネルレコーダーに接続し、80ch 音響信号を収録する。レコーダは屋外など電源がとりにくい環境では 8ch フィールドレコーダー(TASCAM HS-P82)を 10 台用い、電源をとれる環境では MADI 入力可能な PC と 32ch マイクアンプ(ANDIAMO.MC)を 3 台用いる。収録した 80ch 音響信号は収録データベース (Recorded Data) にアップロードする。

2.2 再生音場におけるインパルス応答の収録

BoSC 再生のための逆システムを設計するため音響樽内に BoSC マイクロホンを設置し、インパルス応答を収録する。音響樽内のスピー

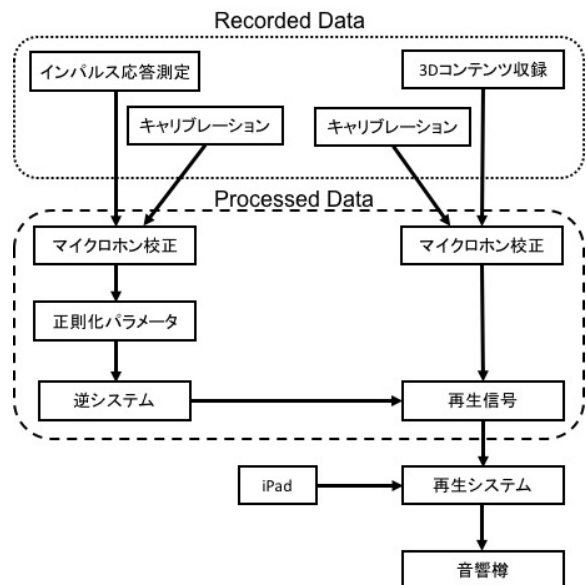


Fig. 1 Signal Processing Flow for 3D Audio

ーカは 96 個あるため入出力経路は 7680 個となる。収録したインパルス応答は収録データベース (Recorded Data) にアップロードする。

2.3 校正信号の収録

原音場、再生音場において BoSC マイクロホンによる収録を行う場合にはマイクロホンの校正を行う必要がある。各マイクロホンに専用キャリブレータ (B&K TYPE4231+改良型アダプタ) を取り付け、校正信号を収録する。収録した校正信号データは収録用データベース (Recorded Data) にアップロードする。

2.4 収録信号のマイクロホン校正

収録した 3D コンテンツの 80ch 音響信号 (Recorded Data) および逆システム設計のために音響樽内に設置した BoSC マイクロホンにより測定した 7680 個のインパルス応答 (Recorded Data) を同時に測定した校正信号 (Recorded Data) を用いて、校正する。校正処理した信号は処理データベース (Processed Data) にアップロードする。

2.5 逆システムの計算

マイク校正済みのインパルス応答 (Processed Data) から逆システムを求めた

* Development of User Interface and Database System for 3D Network Audio by KANEKO, Masahiko¹, IKEDA Yusuke², WATANABE, Yuko¹ and ISE, shiro^{1,3} (¹Tokyo Denki University / ²Waseda University / ³JST, CREST)

めの最適な正規化パラメータを求める[3]。求めた正規化パラメータを用いて逆システムを計算し、処理データベース (Processed Data) にアップロードする。計算には数値計算ソフトウェア Matlab を使用する。

2.6 音場再生信号の作成

求めた逆システムに校正済みの 3D コンテンツデータ (Processed Data) を畳み込み、音場再生信号を作成する。作成した 96ch 音場再生信号は処理データベース (Processed Data) にアップロードする。

2.7 音場再生信号のダウンロードと再生

音響樽内で iPad などのタブレットを用いて 3D コンテンツデータにアクセスし、聴きたい 3D コンテンツを選択後、データベースからローカルディスクにダウンロードする。ダウンロードの状況をタブレットに表示し、再生可能状態になった 3D コンテンツはユーザーの要求に応じてスピーカから再生される。ネットワーク回線容量が十分大きい場合はユーザーの要求に応じてストリーミング再生を行う。

3 3D ネットワークオーディオ

3D ネットワークオーディオシステムの概略図を Fig.2 に示す。前述した BoSC システムの処理の流れにおいて、各プロセスで生じる音響信号データは収録データ (Recorded Data)、処理データ (Processed Data)、と属性に分けてデータベースにアップロードし、ネットワークを通じてファイルを共有する。原音場の収録からインパルス応答測定や逆システム設計などにおけるすべての情報を制作者やユーザーは参照することができるため、例えば設計方法の違う逆システムの再現精度比較や収録条件の異なる原音場の比較実験など、3D オーディオコンテンツの評価および心理実験のためのプレイリスト作成を容易に行うことができる。

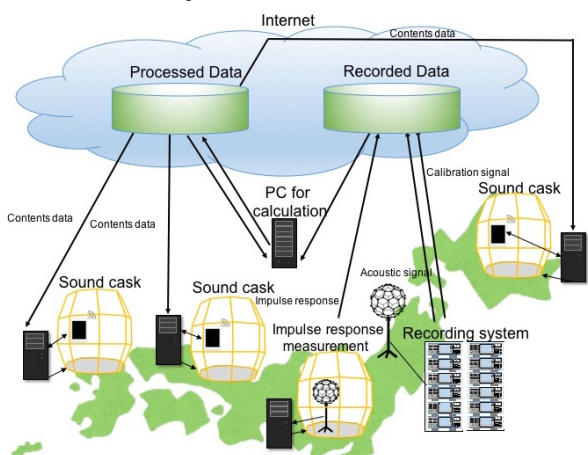


Fig. 2 3D Network Audio System

4 ユーザーインターフェース

4.1 システム構成

ユーザーインターフェースのシステム構成を Fig.3 に示す。

1. 音響樽内のユーザーはタブレット端末からコンテンツを選択し再生コマンドを送信
2. 音響樽に接続された PC はコマンドを受け取り、コンテンツを呼び出し再生
3. ユーザーは停止ボタンで停止コマンドを送信、またはコンテンツ再生終了と同時に次のコンテンツを選択

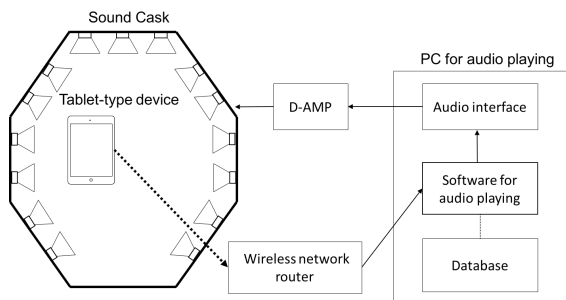


Fig. 3 System configuration of the user interface

4.2 ユーザーインターフェースの開発

Swift 言語を用いて iOS デバイス上で動作するユーザーインターフェースのためのアプリケーションを開発した。コンテンツをリスト表示しデータベースの内容を閲覧できる。またコンテンツを選択し、再生のコマンドを Wi-Fi 経由で送信することで再生用 PC にコマンドが送信され音源の再生を行う。

4.3 再生用ソフトウェア

音響樽に接続された PC から再生を行うためのソフトウェアを Visual studio 2013 C#を用いて開発した。iOS デバイスと TCP/IP で通信を行いコンテンツの ID とコマンドを受け、ASIO ドライバ経由で音源を再生する。

5 まとめ

ユーザーインターフェースによりユーザーが自由にコンテンツを選択することが可能になり、データベースシステムによってコンテンツの詳細な情報を蓄積することが可能になった

参考文献

- [1] S.Ise, "A principle of sound field control based on the Kirchhoff-Helmholtz integral equation and the theory of inverse systems", *Acustica*, Vol.85, pp. 78--87, 1999.
- [2] 伊勢史郎, "音楽の技能を遠隔伝送するための没入型ディスプレイ装置"音響樽"の開発", *音講論 (春)*, 1287-1290, 2014.
- [3] 伊勢史郎, "没入型聴覚ディスプレイ装置"音響樽"における逆システム設計法の検討", *音講論 (秋)*, 591-594, 2014.