

アンビソニックを用いたリアルタイム音場再現

Real-time sound field reproduction using Ambisonics

原 啓記[†]
Hiroki Hara

藤村 真生[‡]
Masao Fujimura

1. はじめに

現在、立体音響を実現するためには 22.2channel、Wave Field Synthesis、Ambisonic、Binaural といった様々な手法が存在する。しかし、再現された音場をリスナーが音の聞こえる方向へ移動しても、音の聞こえ方が変わらず没入感の損失につながる事が問題とされている。そこで本研究では First Order Ambisonic マイク (FOA マイク) を用いて音場の各点で収録し、リスニング点に近い信号を合成し音場を再現することでリスナーが自由に移動可能な手法を提案する。そして、ルームスケール VR 等に応用可能な、リスナーの移動に対応する立体音響システムの構築を最終目的とする。本稿では、提案手法を紹介し実験方法について述べる。

2. 関連研究

関連研究として、1つ目に Axel Plinge らが提案した単一の FOA を用いて 6 Degrees of Freedom (6DoF) レンダリングする方法がある^[1]。まず、単一の FoA 信号を Directional Audio Coding^[2] (DirAC) エンコーダーにより解析し、音圧、直接音、拡散音の三つの成分に分解してパラメータ化する。そして、直接音に VR 空間の距離マップの情報と HMD よりトラッキングしたリスナーの位置情報を与えた後、リスナーの回転方向情報を与える。最後に、DirAC デコーダーで仮想ラウドスピーカーチャンネルの信号が合成され、ヘッドフォン再生のためにバイノーラル化することで 6DoF レンダリングを実現させていた。このことからリスナーが音場を移動した際の音の定位や、増幅または減衰があいまいになっていたと考えられる。

2つ目に、仮想的なラウドスピーカーのアレイ内で HOA (High Order Ambisonics) 再生をシミュレートする方法がある^[3]。実際再生するには、仮想ラウドスピーカーの信号に適応される HRTF (頭部伝達関数) を、リスナーの

位置に応じて更新させる。しかし、この手法はリスナーの可動域が決められていて、それを超えると音の定位が曖昧になり正確に音場を再現できなくなっていた。

HOA の音場展開を希望する位置を中心として再展開する方法もある^[4]。この手法では、リスナーが移動した先で音場を再展開させることでリアルタイムに音の聞こえ方を変化させている。しかし、定めた領域を超えると周波数帯域によって音の定位誤差が顕著に表れていた。

3. 提案手法

本研究では、音場の各点を FOA マイクで収録し、リスナーが移動した先で聞こえる音の信号を収録した音源から、そのリスニングポイントに近い信号を生成する手法を提案する。提案手法の手順を 3.1、3.2 で説明する。

3.1 収録方法

音場は現実空間の屋内で収録する。図 1 は収録時のスピーカーとマイクの設置例である。スピーカーから音を発生させ音場の各点を FOA マイクで収録する。

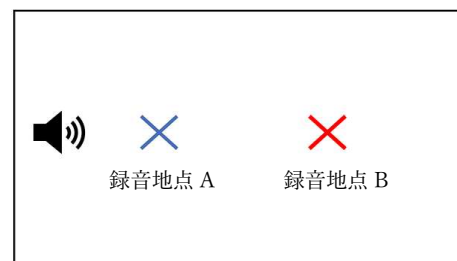


図 1 収録例

3.2 再生時の処理

次に、図 2 のように A 地点、B 地点それぞれに図 1 で収録した音源を反映させる。図 2 は HMD を装着したリスナーがいる VR 空間である。ここで、リスナーに対して生成する信号は、録音地点 A と録音地点 B で収録した音源を合成させた信号である。具体的には、スピーカーに対するリスナーの位置を求め、距離に応じて合成するの信号割合を計算することで、リスナーの位置に対応する音場を生

[†] 大阪工業大学大学院工学研究科、Graduate School of Engineering Osaka Institute of Technology

[‡] 大阪工業大学、Osaka Institute of Technology

成する。

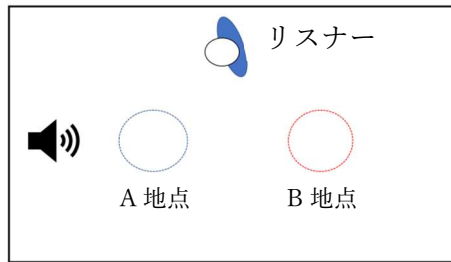


図2 再生環境例

4. 実験概要

実験で使用する現実空間の調査した結果と、実験方法について記述する。

4.1 収録環境

VR空間に反映させる音源は、大阪工業大学大宮キャンパス4号館のD科共同研究室4(幅:3.14m 奥行:7.95m 高さ:2.65m)で収録した。FOAマイクとスピーカーを配置した様子を図3、図4に示す。



図3 マイクとスピーカーの配置



図4 入口側視点(左)、奥側視点(右)

収録に先立ち部屋を調査した。測定対象音のない状態(暗騒音)は41dB、ノイズ断続法^[4]を用いて計測した残響時間は0.27sであった。

スピーカーとFOAマイクの距離は亀川らの研究結果^[5]を参考とし、4.66m、2.79m、1.77mの位置に設置した。壁からスピーカーまでの距離は1.77mとした。発生させた音の高さは残響音の残りやすい500Hzと1kHz、暗騒

音を考慮して最も遠い場合にも十分な音圧を得るため音圧は105dBとした。各集音地点での音圧レベルを計測した結果それぞれ74.1dB、62.9dB、61.3dBであった。FOAマイクはZOOM H3-VRを使用した。

4.2 実験方法

実験は被験者にHMDを装着してもらい、VR空間で行う。被験者にVR空間内を自由に移動してもらったあと以下のアンケートを5段階評価でとる。

- 1) 合成された信号の定位は自然であったか。
- 2) 合成された信号がリスニングポジションに対して適切な音量であったか。
- 3) VR体験には慣れているか。
 - (1)、(2)で構築するシステムの評価、(3)で被験者のVR体験の有無によっての評価値が変動するかどうかを図る。本番ではこの実験結果を紹介する。

5. おわりに

本稿では、Ambisonicの問題点をあげ、それを解決する提案手法を紹介し実験方法について述べた。今後はシステムの構築を進め実験し評価をする。被験者は10人以上集める予定である。システムが完成した後は、発生させる音源の数や、音源自体が動くことも考慮する必要がある。

参考文献

- [1] Axel Plinge, Sebastian J. Schlecht, Oliver Thiergart, Thomas Robotham, Olli Rummukainen, and Emanuël A. P. Habets 「Six-Degrees-of-Freedom Binaural Audio Reproduction of First-Order Ambisonics with Distance Information」(AES Conference on Audio for Virtual and Augmented Reality, Redmond, WA, USA, 2018)
- [2] Ville Pulkki 「Spatial Sound Reproduction with Directional Audio Coding」(J. Audio Eng. Soc., Vol. 55, No. 6, pp.503-516, 2007)
- [3] Noisternig, M., Sontacchi, A., Musil, T., and Holdrich, R., 「A 3D Ambisonic Based Binaural Sound Reproduction System,」(Audio Eng. Soc.Conf., 2003)
- [4] D. Menzies and M. Al-Akaidi. 「Ambisonic Synthesis of Complex Sources」(J. Audio Eng. Soc., 55 Issue 10 pp, 864-876, 2007)
- [5] 横山 栄「残響時間の測定における注意点」(日本音響学会誌 68巻 8号, pp403-408, 2012)
- [6] 亀川 徹, 丸井 淳史「空間音響再生方式と音楽的文脈が距離感・奥行き感に与える影響について」(日本音響学会誌 72巻 11号, pp.684-695, 2016)