

国際会議 ICA2022 での研究発表

周 桐

Tong ZHOU

情報メディア学専攻博士後期課程 2年

1. はじめに

2022年10月24日から28日までの5日間、韓国慶州市にあるHICOで開催された24th International Congress on Acoustics (ICA 2022)に参加し、研究発表を行った。今回の会議の発表件数は約800件であった。

私の発表は、“Optimization of Parameters of Control Point and Loudspeaker for Quiet Zone in Genetic Algorithm and Multi-point Control Method”というタイトルで、スピーチプライバシー保護のため、音のエリア再生を活用した共有空間で非再生領域の生成に関する研究である。会議の2日目、10月25日にて口頭発表で行った(図1)。



図1 発表の様子

2. 発表内容

本研究は、共有空間での会話内容を保護するため、マスキング音を目的領域に再生しながら、ある領域のみに静かなエリア Quiet Zone (図2)を生成する研究である。本研究では、多点制御法を用いて、スピーカ、抑圧制御点の位置と抑圧制御点に付ける重み係数をそれぞれ遺伝的アルゴリズムで最適

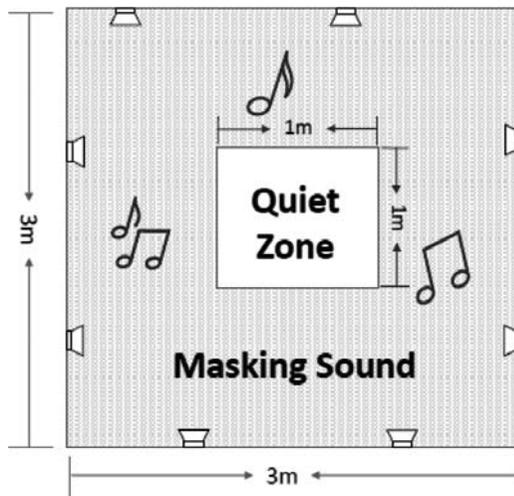


図2 Quiet Zone のイメージ

化し、計算機シミュレーションによる評価実験を行った。

3. 提案手法

3.1 多点制御法による音場制御

多点制御法は空間上に複数の制御点を配置し、スピーカアレーを用いて制御点に与えた音圧特性によって音場を制御する手法である。各スピーカから各制御点までの伝達関数  $G$ 、スピーカのフィルタ係数  $W$  と制御点における所望の音圧特性  $D$  の関係は式(1)で示される。

$$GW = D \tag{1}$$

$$W = (G^H A G + \delta(\omega) I)^{-1} G^H A D \tag{2}$$

制御点における所望の音圧特性  $D$  は、再生を行う応答点を1、抑圧を行う抑圧点を0とする。本研究ではスピーカの数  $M$  は制御点  $N$  より少ないため、フィルタ係数  $W$  を式(2)の最小二乗法により求める。ここで、 $(\cdot)^H$  は共役複素転置、 $\delta(\omega)$  は正規化パラメータ ( $\delta(\omega) > 0$ )、 $A$  は抑圧制御点に付ける重み係数である。

3.2 遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm)

生物進化の原理をモデル化した遺伝的アルゴリズムは、求めたい解を遺伝子とし、問題に対しての最

適解を得るように進むアルゴリズムである。提案手法では、Quiet Zone の性能を改善するため、遺伝子 C をスピーカ・抑圧制御点の位置と抑圧制御点の重み係数で構成し、それぞれを GA で最適化する手法である。

$$C = \begin{pmatrix} x_{cp1} & \cdots & x_{cpn} & x_{sp1} & \cdots & x_{spm} \\ y_{cp1} & \cdots & y_{cpn} & y_{sp1} & \cdots & y_{spm} \\ a_{cp1} & \cdots & a_{cpn} & 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

GA の性能を目的領域にある再生エリアと Quiet Zone の平均音圧差を適合度 F で表す (式 4)。

$$F = \frac{1}{|J|} \sum_{j \in J} 10 \log_{10} |P_j| - \frac{1}{|K|} \sum_{k \in K} 10 \log_{10} |P_k| \quad (4)$$

P は評価点での音圧、J は再生評価点の集合、K は抑圧評価点の集合である。適合度の値は大きいほど、Quiet Zone の性能が良いことを表している。

#### 4. 計算機シミュレーション

提案手法の性能を確認するため、計算機シミュレーションによる評価実験を行った。本研究は Quiet Zone の性能を改善するため、以下 6 つのパターンの配置を検討した。

- A) Conventional : 従来の線形スピーカアレーと正方形の抑圧制御点の経験則による配置
- B) CP by GA : 線形スピーカアレー、重みなし抑圧制御点の位置のみ GA で配置
- C) CP by GA,  $a=1^{-10}$  : 線形スピーカアレー、重み付き抑圧制御点の位置と重み係数を GA で配置
- D) SP by GA : 重みなしの正方形抑圧制御点分布、スピーカの位置のみ GA で配置
- E) SPCP by GA : スピーカと重みなし抑圧制御点の位置を同時に GA で配置
- F) SPCP by GA,  $a=1^{-10}$  : スピーカ、抑圧制御点の位置と重み係数を同時に GA で配置

表 1 シミュレーション結果

NO.	CP	SP	Average F (dB)
A	Square	Linear	11.225
B	GA	Linear	13.207
C	GA	Linear	18.045
D	Square	GA	9.922
E	GA	GA	10.751
F	GA	GA	14.542

従来法以外のパターンではシミュレーションをそれぞれ 10 回行った。その結果の平均値を表 1 に示す。

表から、従来法 (A) と比べると、重みなし抑圧制御点の位置のみ GA で配置する手法 (B) は約 2 dB 性能を改善できたことが分かる。さらに抑圧制御点に重みを付けて、抑圧制御点の位置と重み係数を同時に GA で配置する場合 (C)、性能を約 7dB 改善できたことが分かる。しかし、抑圧制御点に重みを付けずに、スピーカの位置を GA で配置する場合 (D)、性能を約 1.3dB 劣化した。これは、スピーカの位置が少し変わるだけでも性能に大きな影響を与えるため、最適解の探索が十分でないまま GA の終了条件を満たしてしまった可能性があると考えられる。今後課題として、GA における遺伝子の初期値・交叉・変異確率の検討が挙げられる。

#### 5. おわりに

コロナ禍ということもあり、今回の発表が大学院に入学して初めての対面発表となりました。同時に、初めての国際会議もなりました。対面で様々な国の研究者達と交流し、多くの方々から意見を頂き、大変参考になりました。また、自分の研究分野以外の発表を聴講することで知見を広めることができ、とても有意義な時間を過ごすことができました。

最後に、研究や発表にあたりご指導を頂いた片岡章俊教授に深く感謝いたします。