

日本音響学会 2020 年 秋季研究発表会に参加して

周 桐

Tong ZHOU

情報メディア学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2020年9月9日から11日にオンラインで開催された日本音響学会2020年秋季研究発表会に参加し、「遺伝的アルゴリズムを用いた Quiet Zone 生成について検討」という題目で発表を行った。

2. 研究背景と目的

近年、音を限られたエリアに再生する、音のエリア再生技術についての研究が進められている。この技術は、音を再生したい場所だけに再生でき、音を抑圧したい場所にも生成できるため、プライベートな音空間の提供やスピーチプライバシーの保護などに非常に有用な技術である。音のエリア再生手法として、複数のスピーカを用い、空間に配置した制御点での音圧特性を制御する多点制御法がある。多点制御法の性能は制御点の配置によって大きく変化する。本研究では、遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) を用いて小空間内での Quiet Zone 生成について検討した。

3. 提案手法

3.1 多点制御法

多点制御法は空間上に所望の音圧特性を実現するため制御点を複数配置し、制御点に与える音圧特性によって、音の再生を制御する手法である。音を再生したい場所に応答制御点、音を再生しない場所に抑圧制御点を配置し、組み合わせることで音のエリア再生が可能となる。空間上に M 個のスピーカから N 個の制御点までの伝達関数 G 、フィルタ係数 W 、制御点における所望の特性 D の関係は式 (1) で示される。制御特性 D は再生を行う応答制御点

を 1、抑圧を行う抑圧制御点を 0 とする。

$$GW = D \quad \dots (1)$$

$$W = (G^H AG + \delta(w)I)^{-1} G^H AD \quad \dots (2)$$

より音圧を抑えたい抑圧制御点に重みを与え、フィルタ係数を算出する際に重み付き最小二乗法を用いることで、制御領域内での抑圧量の調整が可能になる。本研究における制御点数 N はスピーカ数 M より多いため、フィルタ係数 W は式 (2) の重み付き最小二乗法により求める。 H は複素共役転置、 δ は正則化パラメータ、 A は重み係数である。重み係数は大きいほど制御点でより抑圧できる。

3.2 GA による制御点配置法

本研究では、抑圧制御点の配置と重み係数の値は遺伝的アルゴリズムで決定する。今回用いる遺伝的アルゴリズムは図1のような流れで行う。制御点の座標と制御点ごとに与える重みを遺伝子とし、適合度を評価関数として解を近似する。

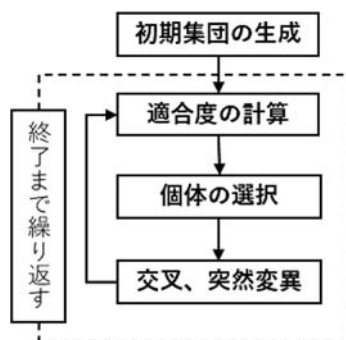


図1 GAの流れ

多点制御法の性能は評価範囲内の再生エリアと抑圧エリアの音圧比によって評価する。したがって、音圧比が大きくなるほど、性能が高くなり、良い評価になる。この音圧比を適合度 F とし、式 (3) に示す。 P は各評価点の相対音圧、 j は再生エリア内の評価点、 k は抑圧エリア内の評価点である。

$$F = 10 \log 10 \frac{\sum \in j |P_j|}{\sum \in k |P_k|} \dots (3)$$

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。

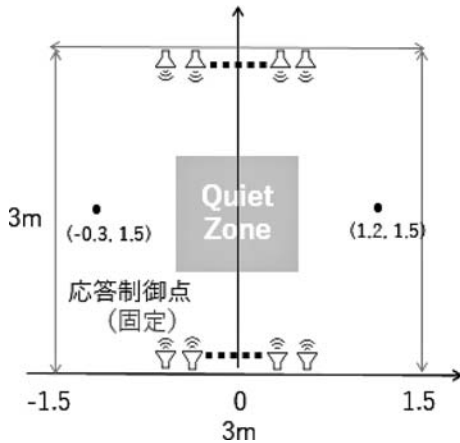


図2 対象領域の配置

全体対象領域は3 x 3 m, Quiet Zone は中央の1 x 1 m, スピーカ数は上下計16個, 抑圧制御点30個, 応答制御点は2個, 正則化パラメータ0.1, 重みの範囲は1~10とした。原点は下のスピーカアレーの中点とし, 二つの応答制御点は図2のように配置した。各評価エリアと制御点の配置範囲は図3のように配置した。

抑圧制御点を Quiet Zone の境界に配置している従来手法, 重みなし GA を用いた多点制御法と GA を用いた重み付き多点制御法をそれぞれ条件 A, B, C とする。実験結果としての図4の $y=1.5$ m のところの相対音圧レベルグラフから, 提案した GA を用いた重み付き多点制御法の方が中心部に良好な Quiet Zone を生成していることが分かる。

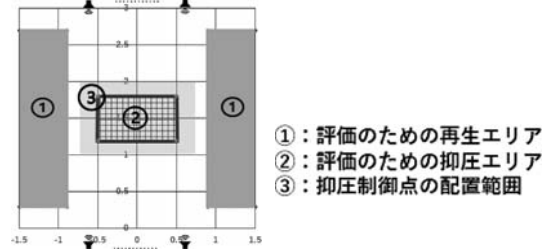


図3 各エリアの配置

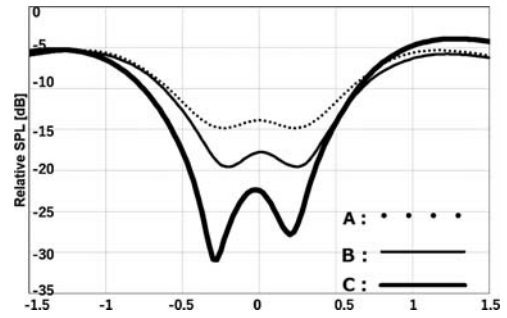


図4 $y=1.5$ m のところの相対音圧レベル

それぞれの制御手法での適合度は下の表に示す。表から, 従来手法と比べ, 重み付いてない遺伝的アルゴリズムでの制御点配置は約7 dB 向上しており, 重み付いてない遺伝的アルゴリズムの制御点配置と比べ, 重み付き遺伝的アルゴリズムの制御点配置は約6 dB 向上していることがわかる。

表 適合度の比較

条件	A	B	C
適合度	3.158	10.485	16.612

5. まとめ

今回は遺伝的アルゴリズムを用いて Quiet Zone の生成における制御点の配置と重みによる効果について検討し, 良い結果を得た。

6. おわりに

発表に参加し, 多くの方々から意見を頂き, 大変参考になりました。研究や発表に対して多大なご指導を頂いた片岡章俊教授に深く感謝いたします。