

MIMO アレイレーダによる近距離イメージングのための 遺伝的アルゴリズムを用いた素子配置最適化

Optimization of element placement of MIMO array radar using genetic algorithm for near-field imaging

小川 弥夢¹

Hiromu Ogawa

阪本 卓也^{2,3,4}

Takuya Sakamoto

兵庫県立大学 工学部¹

School of Engineering, University of Hyogo

国立研究開発法人科学技術振興機構, さきがけ³

Japan Science and Technology Agency, PRESTO

兵庫県立大学 大学院工学研究科²

Graduate School of Engineering, University of Hyogo

京都大学 大学院情報学研究科⁴

Graduate School of Informatics, Kyoto University

1 まえがき

先進国の高齢化に伴い, 健康寿命が重要視されている. 健康寿命延伸のためには疾患の早期発見が重要であり, 例えば心拍計測による疾患検出が報告されている [1]. 心拍の測定には脈波計や心電計が広く使われてきたが, センサ装着の不快感などが課題であった. 近年, MIMO(multiple-input and multiple-output) アレイレーダを用いた非接触での心拍測定が注目されている [2, 3]. これまで, MIMO アレイには比較的単純な素子配置が用いられており, 最適とはいえなかった. 本研究では, 近傍イメージングに焦点を絞り, 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm; GA) を用いた MIMO アレイ素子配置の最適化手法を開発する.

2 GA による MIMO アレイ素子最適化

周波数 2.4GHz, 送信および受信それぞれ 4 素子の MIMO アレイレーダによる距離 2m の目標イメージングの PSF(point spread function) に注目して素子配置を最適化する. 提案する最適化では GA を用い, 遺伝子長 140 bit, 個体数 200, 世代数 500, 選択率 50%, 交叉率 50%, 変異率 1/35 とする. また, 局所解を避けるため, 100 世代毎に最適解以外の個体を全て破棄し, 新たにランダムな遺伝子を持つ個体群に初期化する. PSF の評価基準には, メインローブ半値幅・サイドローブレベル (SLL)・円形度の 3 つを用いる. 非線形関数を用いてこれらの評価基準をスケージング・正規化し, 評価関数 $0 \leq F_p \leq 1$ を定義する.

3 最適 MIMO アレイレーダの性能評価

比較対象として, 十字型の MIMO アレイの PSF を図 1 に示す. 半値幅は 18.15cm, SLL は -11.12 dB, 円形度は 99.63% であり, 評価関数 $F_p = 0.847$ である. GA による提案アレイの PSF を図 2 に示す. 半値幅は 16.25 cm, SLL は -11.38dB, 円形度は 93.79%, $F_p = 0.885$ となり, 従来の十字型よりも改善した. 円形度は 5.84%低下したが, 半値幅と SLL はそれぞれ 11.69%および 0.26dB だけ改善され, 提案アレイの有効性が確認された.

4 まとめ

本研究では, 半値幅, サイドローブレベルおよび円形度の 3 つを評価指標とした評価関数を定義し, GA を用いて素子配置の大域的最適化を行った結果, メインロー

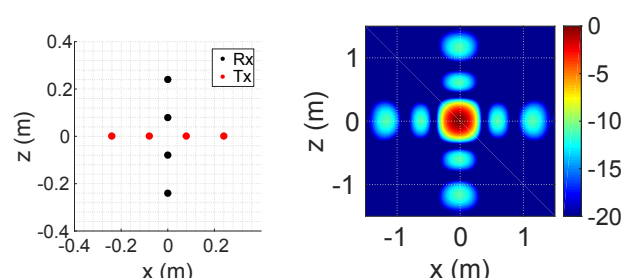


図 1 従来の十字型アレイの素子配置とビームパターン

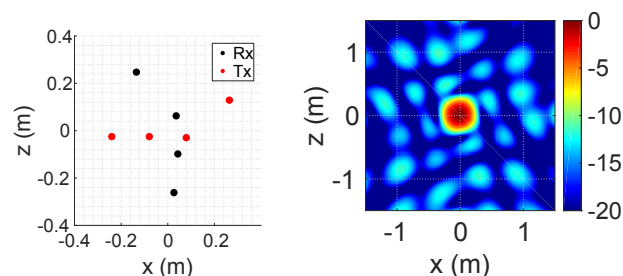


図 2 提案する最適アレイの素子配置とビームパターン
ブ幅とサイドローブレベルの両方を改善する素子配置を得た. 今後, 提案アレイの性能を実験により確認し, 非接触心拍計測への応用を進める予定である.

謝辞

本研究の一部は科研費 15K18077・15KK0243 および JST さきがけ JPMJPR1873 の助成により実施されました. また, 本研究では兵庫県立大学 山下 幸祐氏および小西 建太郎氏にご協力いただきました. 関係各位に感謝申し上げます.

参考文献

- [1] M. F. Hilton, et al., *Medical & Biological Engineering & Computing*, vol. 37, no. 6, pp. 760-769, 1999.
- [2] 小西, 阪本, 信学技報, vol. 118, no. 67, EMT2018-3, pp. 23-28, 2018.
- [3] A. Yarovoy, et al., *Proc. 9th European Conference on Antennas and Propagation*, 2015.