

超広帯域アダプティブアレイドップラーレーダを用いた複数人体のバイタル信号分離技術

Adaptive separation of vital signals from multiple persons using ultra-wideband array Doppler radar

前原 勝利¹ 奥村 成皓¹ 阪本 卓也^{1,2} 瀧 宏文³ 佐藤 亨¹
Katsutoshi Maehara Shigeaki Okumura Takuya Sakamoto Hirofumi Taki Toru Sato
吉岡 元貴⁴ 井上 謙一⁴ 福田 健志⁴ 酒井 啓之⁴
Mototaka Yoshioka Kenichi Inoue Takeshi Fukuda Hiroyuki Sakai

京都大学大学院情報学研究科¹
Graduate School of Informatics, Kyoto University
東北大学大学院工学研究科³
Graduate School of Engineering, Tohoku University

兵庫県立大学大学院工学研究科²
Graduate School of Engineering, University of Hyogo
パナソニック株式会社 先端研究本部⁴
Advanced Research Division, Panasonic Corporation

1 はじめに

近年の高齢者の増加などによって、在宅での生体情報監視システムの重要性が増している。レーダによる呼吸・心拍の測定法は非接触で簡便であるため注目されている[1]。しかし、従来の報告では単一人体のみを仮定しており、観測対象者以外からの信号が干渉し測定精度が悪化する。そこで本稿では、超広帯域レーダを用いた2体の人体の測定を想定し、アダプティブアレイ処理を用いて各目標の生体信号を分離する方法を提案する。

2 システムモデルとバイタル信号分離技術

送信信号は中心周波数 60.5GHz、帯域幅 1.25GHz とし、受信には4素子等間隔リニアアレイを用いる。素子間隔は 0.46mm(0.92λ) とする。2体の人体の胸部を想定した点目標を考え、両目標とも受信アレイ中心より距離 1.0m に位置するものとする。各々の目標の運動は[1]において 26.4GHz 帯レーダにて測定された実測値を用いる。各目標のレーダからの視線方向をそれぞれ -5° 、 10° とし、DCMP 法による分離精度をシミュレーションによって評価した。

DCMP 法は、所望波と不要波が無相関である場合にのみ不要波を抑圧することができる。本モデルにおける所望波、妨害波はいずれも異なる人体の呼吸・心拍に伴う体表面の変位により変調されているため、無相関であると考えられる。しかし、こうした生体信号の個人差が信号間の相関を十分に低下させるかについての報告はこれまでにない。そこで、DCMP 法において、相関行列の平均時間 T を変化させた時の分離精度を、真値との平均二乗誤差によって評価した。各目標について、もう一方の目標が存在しない状況での測定で得られた時間波形を真値とした。

図1にその結果を示す。拍動による胸の変位は 0.2mm から 0.5mm であるため[3]、安定して誤差が 0.1mm 以下となる 10 秒以上平均することが必要である。図2に、 $T = 1s$ 、 $5s$ 、 $10s$ とし、 -5° 方向の目標を観測対象者とした時のビームパターンを示す。各 T における不要波の到来方向に対する利得はそれぞれ $-0.34dB$ 、 $-4.7dB$ 、 $-9.0dB$ となり $T = 10s$ において十分に妨害波を抑圧できていることがわかる。

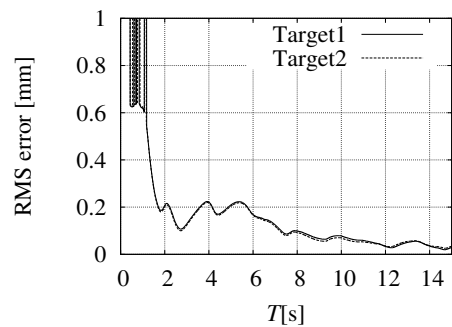


図1 呼吸・心拍による体表面変位の推定精度

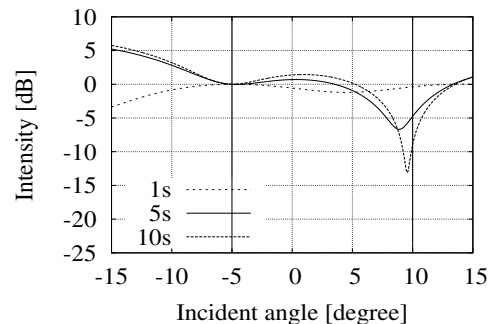


図2 相関関数の平均時間とヌルの深さの関係

謝辞

本研究の一部は文部科学省 COI プログラム、科学研究費補助金基盤研究 (A)25249057、若手研究 (B)15K18077、総務省電波資源拡大のための研究開発、京都大学融合チーム研究プログラムの助成を受けて実施された。本研究の測定は京都大学生存圏研究所 METLAB にて実施された。

参考文献

- [1] T. Sakamoto *et al.*, *IEICE Electron. Express*, No.3, pp.1-7, 2015.
- [2] 菊間信良, アダプティブアンテナ技術, 2011.
- [3] G. Ramachandran *et al.*, *Med. and Biol. Eng. and Comput.*, No.5, pp.525-530, 1989.