

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用

2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

阪本 卓也

京都大学 大学院工学研究科
准教授

生体信号の数理モデルと電波センシングを融合した
人体の非接触バイタルイメージング

§ 1. 研究成果の概要

動脈硬化や高血圧などと関係する脈波速度は、これまでカフ型の血圧センサを四肢に装着する方法などで計測されてきた。脈波速度を非接触計測するには、複数アンテナを並べたアレイアンテナを利用し、人体の複数部位からの反射波を高精度に分離する必要がある。本研究では、生体信号を抽象化した数理モデルを構築し、そのモデルに基づいた信号分離手法である生体成分分析を開発してきた。2020年度には、これまでの数理モデルを拡張した精密数理モデルを導入し、さらなる精度改善を実現した。人体の複数部位における皮膚の変位波形を同時に計測し、システムを同定することにより、信号分離を実現する最適化問題の目的関数を改良した。改良型の生体成分分析を2名の被験者のレーダ信号に適用し、推定された皮膚変位波形の誤差を評価した。評価のため、高精度レーザ変位計との同時計測実験を実施した。その結果、従来の生体成分分析と比べ、変位波形の推定精度が20%以上改善し、2箇所部位間の脈波伝播を表すインパルス応答の推定精度が50%以上改善した。以上より、生体信号の数理モデルを応用した信号分離手法の高精度化が実現された。

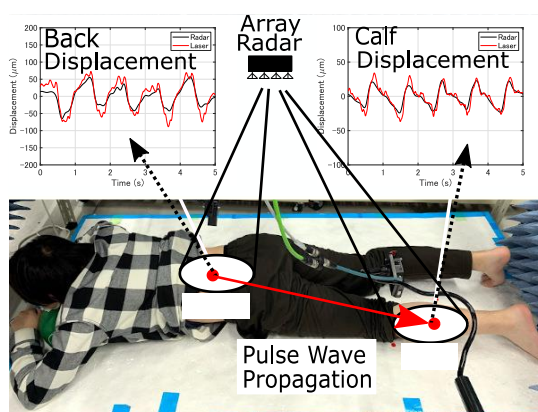


図1 レーダによる非接触での脈波変位計測実験の様子

【代表的な原著論文情報】

- [1] Takuya Sakamoto and Takato Koda, “Respiratory motion imaging using 2.4-GHz nine-element-array continuous-wave radar,” *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 30, no. 7, pp. 717–720, July 2020.
- [2] 阪本卓也, “超広帯域レーダによる歩行および着座の測定と畳み込みニューラルネットワークを用いた個人識別技術,” 電子情報通信学会論文誌 C, vol. J103-C, no. 07, pp. 321–330, July 2020.
- [3] Takuya Sakamoto, “Signal separation using a mathematical model of physiological signals for the measurement of heart pulse wave propagation with array radar,” *IEEE Access*, vol. 8, pp.

175921-175931, Sep. 2020.

- [4] 阪本卓也, “超広帯域レーダとワイヤレス人体センシング技術,” 電子情報通信学会論文誌 B, vol. J103-B, no. 11, pp. 505-514, Nov. 2020.
- [5] Takato Koda, Takuya Sakamoto, Shigeaki Okumura, Hirofumi Taki, Satoshi Hamada, and Kazuo Chin, “Radar-based automatic detection of sleep apnea using support vector machine,” Proc. 2020 International Symposium on Antennas and Propagation, Jan. 2021.
- [6] Yuji Oyamada and Takuya Sakamoto, “Influence of beam spot size in measurement of pulse waves at multiple parts of the human body using millimeter-wave array radar,” Proc. 2020 International Symposium on Antennas and Propagation, Jan. 2021.
- [7] Takuya Sakamoto, Sohei Mitani, and Toru Sato, “Noncontact monitoring of heartbeat and movements during sleep using a pair of millimeter-wave ultra-wideband radar systems,” *IEICE Transactions on Communications*, vol. E104-B, no. 4, pp. 463-471, Apr. 2021.
- [8] Yuji Oyamada, Takehito Koshisaka, and Takuya Sakamoto, “Experimental demonstration of accurate noncontact measurement of arterial pulse wave displacements using 79-GHz array radar,” *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 7, pp. 9128-9137, April 2021.