UWB レーダを用いた生活環境における心拍・呼吸・運動推定技術

Estimation technique of heart rate, respiration rate and body movement in living environment using UWB radar

三谷 壮平 [1]　奥村 成皓 [1]　阪本 卓也 [1,2]　佐藤 亨 [1]　酒井 啓之 [3]　水谷 研治 [4]
Sohei Mitani　Shigeaki Okumura　Takuya Sakamoto　Toru Sato　Hiroyuki Sakai　Kenji Mizutani
福田 健志 [4]　井上 謙一 [4]
Takeshi Fukuda　Kenichi Inoue

京都大学大学院情報学研究科 [1]
Graduate School of Informatics, Kyoto 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 全社 CTO 室 [3]
Groupwide CTO Office, Panasonic Corporation
パナソニック株式会社 テクノロジーイノベーション本部 センサ・デバイス研究所 [4]
Technology Innovation Division Institute for Sensors and Devices, Panasonic Corporation

1　はじめに

近年，バイタル情報を日常生活内で取得するシステムの重要性が高まっており，超広帯域 (UWB: Ultra Wide Band) レーダを用いて非接触かつ高精度に心拍間隔を推定する方法が提案された [1]．しかし，長時間の測定を行う場合は被験者の体動を検出する必要がある．そこで，本稿では被験者が睡眠中の測定を念頭に置き，姿勢安定時のバイタル情報の推定と寝返り等による体動の検出を両立させるアルゴリズムを提案する．

2　提案アルゴリズム

バイタル情報を推定するためには，被験者の位置と姿勢の安定度を推定する必要がある．提案手法では，姿勢安定時について，1) 被験者が存在するレンジの信号電力が高く，呼吸に伴い変動すること，2) クラッタ成分が変動しないこと，3) 呼吸，心拍に伴い信号の位相が変動することを用いて評価を行う．

1) まず被験者の位置を推定する．取得データから受信電力の変動があるレンジを抽出し，その中で電力の平均値が最大となるものを選択する．2) 次に静止クラッタ成分の推定と除去を行う．反射波は静止クラッタ成分と被験者の体表面変動による位相回転をもつ信号を含む．被験者からの信号の振幅が一定である場合，反射波の信号は複素平面上で円を描く．選択したレンジの信号について最小二乗法を用い円の中心座標を推定することで，静止クラッタ成分を推定し減算する．3) 最後に信号の位相変動を検出する．静止クラッタ成分除去後の信号の位相変動を算出し，一定の閾値を超える大きな変動が見られる場合，被験者の姿勢が変化したと判断する．大きな位相変動が見られない場合は姿勢が安定していると判断し，バイタル情報の推定を行う．

3　実験による評価

睡眠中の寝返りを再現した一時的な運動を含む実験を行なった．ベッドに横になっている被験者の右側からデータを取得し，被験者は 1 分ごとに寝返りを打ちながらレーダに近づいた．測定開始から 1 分間は距離約 1.0 m の位置で左側臥位，1 分から 2 分の間は距離約 0.9 m の位置で仰臥位，2 分から測定終了までの 1 分間は距離約 0.8 m の位置で右側臥位であった．レーダの中心周波数は 79 GHz，距離分解能は 75 mm である．

図 1 に体表面変位及び位置の推定結果を示す．被験者の運動に合わせて大きな位相変動が検出された．姿勢安定時については細かい変位が確認でき，呼吸及び拍動による体表面変位が検出された．図 2 に，測定開始から 1 分間について [1] を用いて心拍間隔の推定を行なった結果を示す．心電図計測による真値との誤差が 5% 未満となる点は全体の 80.3%，そのときの RMSE は 16.6 ms と，心拍間隔が高精度に推定できた．

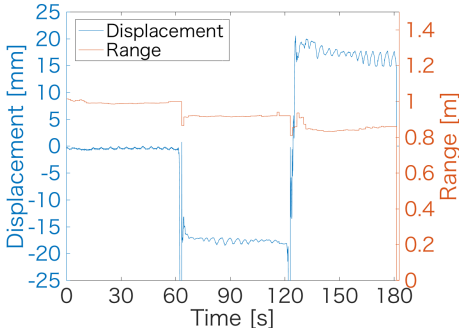

図 1　体表面変位及び位置の推定結果

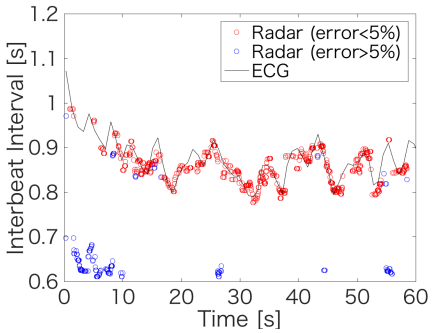

図 2　心拍間隔の推定結果

参考文献

[1] T. Sakamoto et al., IEEE Trans. Biomed. Eng., vol.63, no.4, pp.747-757, 2016.

Copyright © 2018 IEICE