

# UWB ドップラーレーダを用いた足底での非接触心拍測定法

Contactless heart-beat estimation from soles using ultra-wideband Doppler radar

今西 亮介<sup>1</sup>      奥村 成皓<sup>1</sup>      阪本 卓也<sup>1,2</sup>      佐藤 亨<sup>1</sup>      吉岡 元貴<sup>3</sup>  
 Ryosuke Imanishi    Shigeaki Okumura    Takuya Sakamoto    Toru Sato    Mototaka Yoshioka  
 井上 謙一<sup>3</sup>      福田 健志<sup>3</sup>      酒井 啓之<sup>3</sup>  
 Kenichi Inoue      Takeshi Fukuda      Hiroyuki Sakai

京都大学大学院情報学研究所<sup>1</sup>      兵庫県立大学大学院工学研究科<sup>2</sup>  
 Graduate School of Informatics, Kyoto University    Graduate School of Engineering, University of Hyogo  
 パナソニック株式会社 先端研究本部<sup>3</sup>  
 Advanced Research Division, Panasonic Corporation

## 1 まえがき

心疾患に対してCMR(Cardiac Magnetic Resonance)を用いた診断が近年注目されている。CMRでは心拍の特定の位相に同期した信号が必要であるが、強磁場中でのECG(electrocardiogram)による心拍測定では血流による磁場流体力学的電流が発生し、正確なECGによる測定が難しい[1]。そこで本稿ではCMR検査の際、足底がスキャナ外部に露出していることを想定し、心拍到同期した足底の微小変位をUWB(Ultra-wideband)ドップラーレーダを用いて非接触測定し、瞬時心拍数の推定を行う。

## 2 実験システム概要

使用するレーダは中心周波数が60.5GHz、距離分解能が12cm、パルス繰り返し周期0.457msであり、約60秒間測定する。図1に実験セットアップ例を示す。被験者は23歳の健康な男性であり、ベッドの上に仰向けの姿勢で、自然に呼吸していた。被験者の足底に対して送信波が直交するようにレーダを仰角45°で設置した。また、被験者の胸部に接触型心電計RF-ECG EK (マイクロメディカルデバイス株式会社)を装着し、これを用いてレーダによる測定の精度検証を行った。

## 3 レーダ信号の処理法

まず実験データのエコー強度が最大となるレンジを選択し、信号の位相情報を取得する。アンラッピング処理した位相を距離に変換することで、足底の微小変位を測定する。次に心拍成分を取り出すため、変位時系列にバンドパスフィルタをかけたトレンド成分と雑音成分の除去を行う。最後にトポロジー法[2]を適用することで瞬時心拍数の推定を行う。トポロジー法は心拍信号の極値や変曲点などの特徴点が周期的に繰り返されることに着目した手法であり、次サイクルの特徴点とのトポロジー相関を求めることで瞬時心拍数を高精度に推定することができる。

## 4 実験結果

図2にレーダ信号と心電位からそれぞれ得られた心拍間隔を示す。ただし心電位の心拍間隔は隣接するR波の間隔から求めた。レーダ信号から求めた心拍間隔が心電位の心拍間隔を高精度に再現していることがわかる。

推定点と心電位とのRMS誤差は13msであった。最長および最短心拍間隔はそれぞれ1.25s, 0.91sであり、平均心拍間隔は1.08sであることから、RMS相対誤差は1.2%であった。



図1 実験セットアップ例

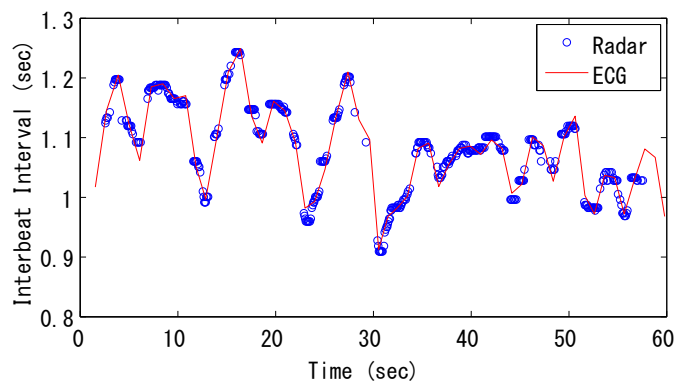


図2 心電位とレーダ信号それぞれから求めた心拍間隔

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 SPIRITS プログラムの助成を受けて実施された。

## 参考文献

- [1] J. W. Krug, G. Rose, G. D. Clifford and J. Oster: J. Cardio. Magn. Reson. (2013).
- [2] T. Sakamoto, R. Imasaka, H. Taki, T. Sato, M. Yoshioka, K. Inoue, T. Fukuda, and H. Sakai, IEEE Trans. Biomed. Eng. (2015).