

ミリ波レーダを用いた心拍周期とカフ式血圧計による血圧の相関に関する一検討

A Study on the Correlation Between Heartbeat Period Measured Using Millimeter-Wave Radar and Blood Pressure Measured Using a Cuff-Type Sphygmomanometer

○羅訓典¹, 戸田健²

*Xundian Luo¹, Takeshi Toda²

Abstract: Heart rate data obtained from millimeter-wave radar is useful for exploring correlations with other physiological signals such as blood pressure. Moreover, compared to conventional blood pressure measurement methods, radar offers advantages such as the ability to measure while maintaining distance. In the previous study, we examined the correlation between heart rate intervals measured by ECG and blood pressure measured by a cuff-type sphygmomanometer. This paper demonstrates that temporal features extracted from radar-derived heartbeat signals exhibit high correlation with blood pressure measurements from cuff-type sphygmomanometers.

1. はじめに

ミリ波レーダで得られる心拍データは、血圧など他の生体信号との相関関係を探る上で有益であり[1]、しかも従来の血圧計による測定方法と比べ、レーダは距離を持ったまま測定できるなどの利点がある。前回では ECG による心拍周期とカフ式血圧計による血圧の相関を検討した[2]。本稿では、レーダによる心拍信号から抽出した時間的特徴値とカフ式血圧計による血圧において高い相関を持つことが示す。

2. 方法

レーダ信号から、IQ に円フィッティングで DC オフセット補償をかけ、位相を波長スケールで変位に変換して胸部微小変位波形を得られる。さらに ICEEMDAN による信号の分解をして、連続心拍波形を抽出する。再構成された心拍波形から、心拍関連の時間的特徴量として、ピーク-ピーク間隔（心拍周期 HT）とフット-ピーク間隔（駆出時間 ST）を抽出する。得られた駆出時間 ST と心拍周期 HT は、血圧計によって測定された最高血圧 SBP と平均血圧 MBP と相関分析が行われる。血圧計は、OMRON の HCR-7800T を使用する。心臓の物理的な動きを反映した心拍波形やその微分波形には複数の特徴量（特徴点）がある。

3. 実験結果および考察

実験では、被験者が着座した状態で、胸部に ECG を装着し、片手には血圧計を巻きつけて、前方にミリ波レーダを設置した。実験者は、ECG とレーダの操作を担当し、ECG の開始時刻、レーダの開始時刻と終了時刻、および血圧計の開始時刻と終了時刻を記録した。その後、ECG、レーダと血圧計の時間を同期させ、レーダ信号から血圧計の測定が開始してから終了するまでの間における時間的特徴値駆出時間 ST と心拍周期 HT を抽出した。抽出された ST 及び HT と血圧計によって得られた最高血圧及び平均血圧に対する回帰直線を示して、相関係数を計算した。

16 人のデータを得たから、レーダ信号から駆出時間 ST と心拍周期 HT を抽出した。図 1 に心拍周期 HT と平均血圧 MBP の回帰直線を示す、回帰直線は傾きが異なる二つの直線に分かれたため、回帰直線から 16 人のデータを相関の高 2 グループに分けて改めて回帰直線を求めた。グループ A において、心拍周期 HT と平均血圧 MBP の相関係数が 0.77 になった。一方、

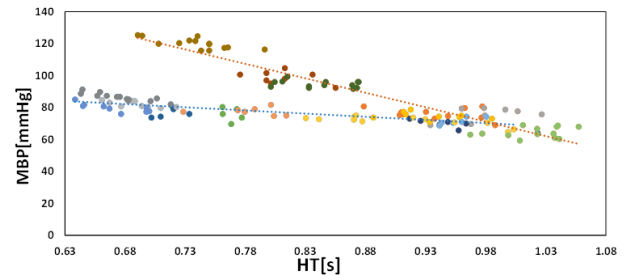
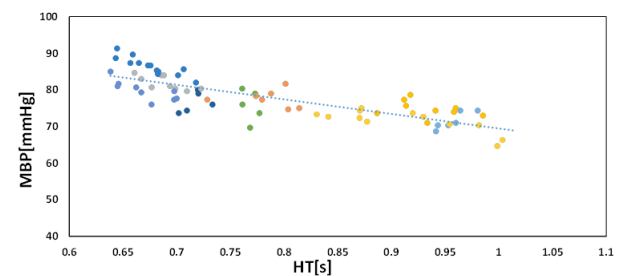
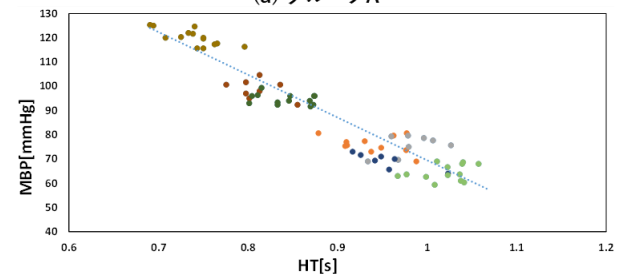


図 1 心拍周期 HT と平均血圧 MBP



(a) グループ A



(b) グループ B

図 2 心拍周期 HT と平均血圧 MBP (2 グループに分類)

グループ B は 0.95 になった。また、駆出時間 ST と最大血圧 SBP の相関係数については、グループ A は 0.56、グループ B は 0.93 となった。

相関係数から見ると、グループ B の心拍特徴値と血圧において高い相関を持つことが分かる。グループ A の心拍特徴値と血圧の相関は比較的に低い、特に駆出時間 ST と最大血圧 SBP。原因として、測定人数まだ少ないのため、グループ A についてはより細かくグループ分けの可能性が考えられる。

参考文献

- [1] 梶原昭博, "ミリ波による生体信号計測センサの開発動向" 電子情報通信学会誌 Vol.105 No.6 pp.477-482 2022 年 6 月
- [2] 羅訓典, 戸田健, "ECG による心拍周期とカフ式血圧計による血圧の相関に関する一検討", 令和 6 年度(第 68 回)理工学部学術講演会予稿集, L-23, 2024 年 12 月 3 日.