

脈波間隔の規格化による異なる計測姿勢下でのカフレス血圧推定

情報科学科 西尾 洋紀

指導教員：河中 治樹

1 はじめに

一般的に血圧はカフを用いて計測するが、最近ではカフを用いない血圧推定の規格 (IEEE1708) が発行されたように、カフレスの血圧推定が世界で注目されている。これまでにカフレス血圧推定として脈波伝播時間から血圧を推定する研究がされている [1]。これらの先行研究での血圧推定は複数のセンサの必要性、安静着座での計測条件、機器を心臓の高さに保つ必要性など、計測姿勢に様々な条件がある。しかし、立位や臥位など様々な計測姿勢における血圧は健康管理において重要な指標である。そこで、本研究では単一の脈波センサから得られる信号を利用し、様々な異なる計測姿勢下での血圧推定を実現する。

2 血圧推定手法

カフレス血圧推定には、先行研究をベースに、脈波と加速度脈波から得られた特徴量と被験者の年齢、身長、体重、性別を説明変数、血圧値を目的変数とした重回帰分析を行う。図 1 に示す脈波の立ち上がりから駆出波や反射波までの時間や図 2 に示す加速度脈波の立ち上がりから a 波～e 波までの時間は、血管の状態に影響を受け変化する。また、計測姿勢の違いによっても図 3 のように時間の分布傾向が変化するため、異なる計測姿勢では直接推定に使用する事ができない。そこで、式 (1) のように各成分までの時間を脈波間隔で規格化する事で、脈波一拍の時間を 1 としたときの相対的な時間を推定に用いた。本研究ではこれを規格化成分時間と定義する。

$$\text{規格化成分時間} = \frac{\text{成分波までの時間}}{\text{脈波間隔}} \quad (1)$$

図 4 に直立位および仰臥位における e 波までの規格化成分時間を示す。規格化前の図 3 と比較して安静着座と同様の範囲に分布しており、これによって安静着座の学習データで直立位や仰臥位も推定可能となる。

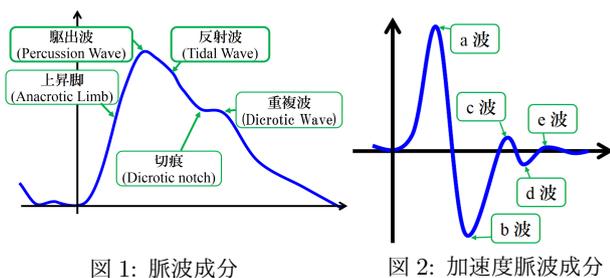
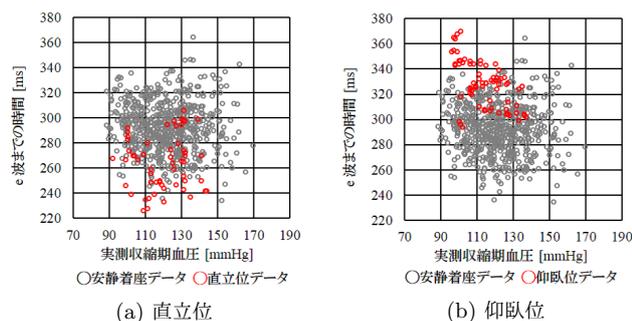


図 1: 脈波成分

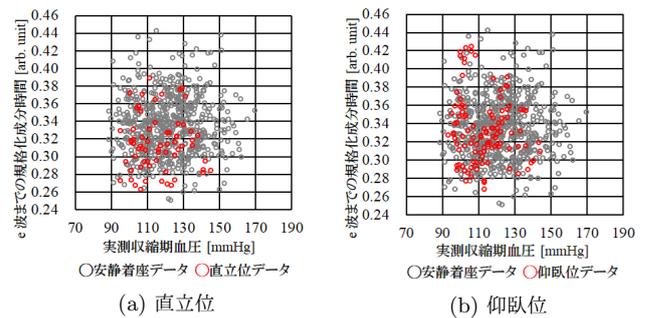
図 2: 加速度脈波成分



(a) 直立位

(b) 仰臥位

図 3: 安静着座、直立位および仰臥位における e 波までの時間



(a) 直立位

(b) 仰臥位

図 4: 安静着座、直立位および仰臥位における e 波までの規格化成分時間

3 異なる計測姿勢下での血圧推定実験

脈波の立ち上がりから各成分波までの時間を直接推定に用いる手法 A と規格化成分時間を使用する手法 B とで血圧推定精度の比較を行った。

学習データには、被験者 607 名 (男性 324 名、女性 283 名) の安静着座 5 分間の血圧および脈波を使用した。評価データは、18～23 歳の若年健常者 11 名 (男性 6 名、女性 5 名)、67～72 歳の高齡健常者 6 名 (男性 3 名、女性 3 名) の安静着座、直立位、手を膝に置いた座位および仰臥位の各 5 分間の計測データである。血圧計のカフを右上腕に巻きつけ 1 分毎に血圧値を正解値として計測した。また、光電容積脈波センサを左人差し指に取り付け、サンプリング周波数 1000 Hz で脈波を計測した。なお、本研究の計測は愛知県立大学研究倫理審査委員会で承認を得て実施した (27 愛県大学情第 6-18 号)。

結果として、表 1 に示すように規格化成分時間を用いることで、学習時と異なる計測姿勢下において推定精度が向上した。とくに、誤差標準偏差が改善したことから、推定誤差が大きいデータが減少したと考えられる。

表 1: 推定精度一覧

姿勢	推定手法	相関	誤差平均 [mmHg]	誤差標準偏差 [mmHg]
安静着座	A	0.80	-1.24	9.96
	B	0.79	-0.17	9.39
直立位	A	0.72	1.52	12.57
	B	0.77	-0.26	9.93
手を膝に置いた座位	A	0.81	0.18	10.11
	B	0.85	0.62	8.26
仰臥位	A	0.75	-7.99	11.30
	B	0.76	-3.28	9.18

4 おわりに

本研究では、光電容積脈波センサを使用して異なる計測姿勢下でのカフレス血圧推定を行った。実験結果から、規格化成分時間を特徴量に追加することで様々な異なる計測姿勢下での血圧推定精度が向上した。今後の課題は、今回の計測姿勢以外の姿勢でも推定精度の向上がみられるか検証する事である。

参考文献

- [1] W. Chen, *et al.* Med. Biol. Eng. Comput., 2000, 38(5), 569-574.
- [2] 鈴木, 他. 電学論 (C), 2010, 130(2), 261-266.