

オートエンコーダと階層型ニューラルネットワークを用いた脈波からのカフレス血圧推定

情報科学科 島崎 正太

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

血圧は、健康管理に重要な指標の一つである。血圧を常時把握することは、脳疾患・血管疾患の発症を未然に防ぐ事ができる有効な手段である。現在ではカフを用いた血圧計測が一般的であるが、姿勢を固定する必要があり、連続計測が困難である。また、カフの加圧による締め付け負荷がかかってしまい、被験者への負担が大きい。そこで、本研究では、単一の光電容積脈波センサのみから血圧値の推定を行った。

2 カフレス血圧推定

従来から提案されている心電と脈波の時間差による血圧推定手法では、心電電極を体に装着するため、簡易な手法とは言い難い。そこで本研究では、より簡易な血圧推定手法として、単一の光電容積脈波センサから得られる脈波信号のみを用いて血圧推定を行う。脈波は心血管系の状態に応じて波形が変化することが知られていることから、指尖の光電容積脈波や2階微分した加速度脈波から波高や時間的特徴量を抽出し、回帰分析を用いて血圧推定が行われている [1]。しかしながら、それらの特徴量のみでは十分な回帰を行うことができないという課題が存在する。

3 提案手法

先行研究の課題の原因としては、従来の特徴量のみでは血圧値によって変化する脈波形状の特徴を十分に表現できていないことが考えられるが、他に有効な脈波形状の特徴に関する知見はまだない。そこで、複雑な特徴抽出を可能にするオートエンコーダに注目し、脈波形状を表す新たな特徴量を加えることで課題を解決できると考えた。また、血管壁の材料特性は非線形性を有するとされており、血圧と脈波には非線形な関係があると考えられるため、本研究ではパラメータの非線形性に対応した階層型ニューラルネットワークを用いて血圧の推定を行う。

提案手法の流れとして、入力層に脈波信号を用いてオートエンコーダを学習させる。次に、階層型ニューラルネットワークの入力には、先行研究で使用されている波高や時間的特徴量と個人情報に加えて、オートエンコーダを用いて抽出した特徴量を用いる。この時、測定血圧値を教師データとして学習させる。

オートエンコーダによる特徴量が新たな特徴量であるかを確認するために、既存の波高や時間的特徴との相関係数を確認したところ、相関はほぼなかった。また、血圧との関係性を確認するために、血圧との相関係数を確認したところ、既存特徴量と比べて高い特徴量が存在した。検証結果を図 1 に示す。

4 実験・結果

被験者は年齢 58.3 ± 17.2 歳の計 1363 名で、光電容積脈波センサを左手人差し指に装着し、カフを右上腕に巻いて血圧と脈波の同時計測を行った。気温は 25°C 前後に調整、脈波信号のサンプリング周波数は 1000 Hz とした。計測環境を図 2 に示す。

評価方法には血圧の推定値と実測値の相関 R と誤差平均 MD 、誤差標準偏差 SD を用いて血圧推定を行った結果、従来の手法と比べて推定精度が向上することを確認した。結果をま

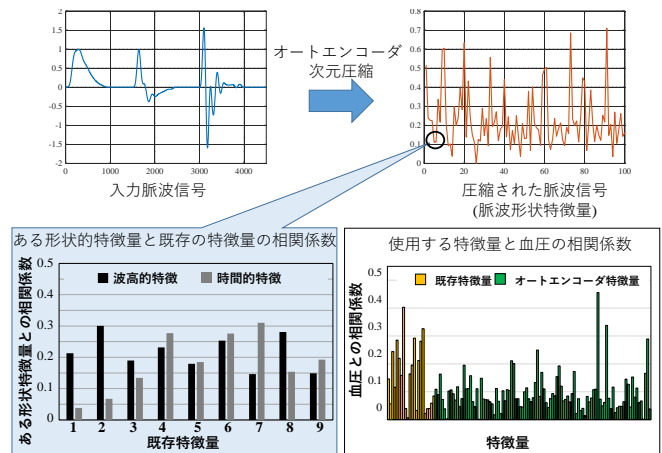


図 1 オートエンコーダによる特徴量

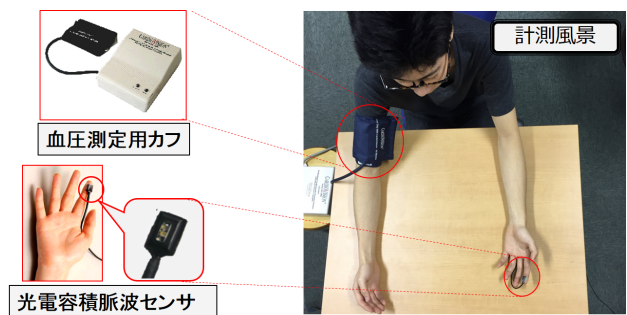


図 2 計測環境

とめたものを表 1 に示す。オートエンコーダを用いて抽出した特徴量と、非線形回帰手法である階層型ニューラルネットワークは、血圧推定において有効であることが示唆された。

表 1 血圧推定結果

推定手法	R	MD (mmHg)	SD (mmHg)
先行研究手法	0.67	-0.33	13.97
提案手法	0.78	-0.31	11.86

5 おわりに

本研究では、単一の光電容積脈波センサのみを用いてカフレス血圧推定を行った。複雑な特徴抽出を可能にするオートエンコーダに注目し、先行研究より非線形な回帰手法であるニューラルネットワークを用いることで、推定精度が向上した。今後の課題として、ハイパーパラメータのチューニングを行い、最適なパラメータを探索する必要がある。また、他のディープラーニング手法の検討を行い、更なる推定精度の向上を目指す。

参考文献

- [1] 岸本 他. 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98A, No. 2, pp. 200-208, 2015.