

独立成分分析を用いたRGBおよび近赤外顔画像からの脈波間隔推定

島津 壮志

指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

近年、日常生活での手軽な健康管理の習慣化が重要になっている。その方法の一つとして非接触にて計測可能な画像脈波が提案されている。画像脈波は心拍数の推定などの研究は進んでいるものの、脈波の特徴量についての研究は十分にされていない。

本研究では脈波の特徴量抽出の足がかりとして脈波間隔の推定を行う。近年注目を集めている機械学習を用いた方法において、先行研究では独立成分分析に inputs する波長を変えることで脈波間隔の推定精度が変化することが示されている [1]。そこで画像脈波の基本のRGBに加え、皮膚のより深い部分の情報を取得できる近赤外光を用いて脈波間隔の推定精度の違いを比較する事で脈波特徴を強くもつ波長を明らかにすることを目的とする。

2 画像脈波計測と脈波間隔推定手法

仮説として推定精度は皮膚構造と光の波長の皮膚への侵入深度に関係があると考えた。皮膚構造と波長毎の侵入深度について図1に示す。Bの波長の侵入深度は皮膚構造表面の表皮の厚さに近い。Gの侵入深度は表皮下の真皮にある毛細血管が集まる深さに近く、近赤外の侵入深度は真皮下部の動脈の存在する深さに近い。Rの侵入深度には動脈から毛細血管へ向かう血管があるが、動脈と毛細血管が混ざった脈動になっている。このため、独立成分分析による信号源分離では皮膚構造との関連性の高いGB+近赤外による推定が最も精度が高いと考えた。

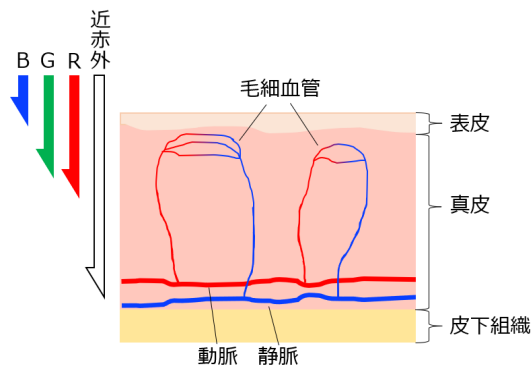


図1 皮膚構造と波長毎の侵入深度

本研究ではRGBと近赤外光の4色の画像脈波が同時計測できるカメラを使用した。また、脈波間隔の正解値としてRR間隔を用いるために心電を同時計測した。5分間安静状態とした後に座位にて2分間の計測を行った。カメラと計測部位との距離は30cmで、正規化相互相関を用いたパターンマッチングによる体動除去のために計測部位の近くにシールを付けた。被験者は20代の男女7名である。

取得したRGBと近赤外による画像脈波を独立成分分析にかけた。出力信号は0.75から4.5Hzのパワーベースのバンドパスフィルタに通した。独立成分分析の出力信号の中からソースとなる信号を選択する。ソース信号の選定では各信号の高速フーリエ変換にて最大ピークとなった周波数を正解の信号として、その他を雑音としたときの信号対雑音比が0に最も近いものとした。

最後に信号対雑音比により選択されたソース信号から脈の立ち上がり地点を求め、脈波間隔を推定する。そのためにまず高速フーリエ変換の最大ピークから平均脈波間隔時間を仮定する。選択されたソース信号の0s地点から最も近い極小点を1つ目の立ち上がり地点とし、そこから仮定した脈波間隔時間を加算した地点に最も近い極小点を次の立ち上がり地点とする。これの各脈波間隔と仮定した脈波間隔時間との平均絶対誤差を求めた。この手順を開始点0sから仮定した脈波間隔時間までを行い、最も平均絶対誤差が小さくなったものを推定される脈波間隔とした。

3 推定結果

RR間隔と推定した脈波間隔との平均絶対誤差の一部を表1に示す。結果として7人中5人がGB+近赤外が最も誤差が小さく、他2名も2番目に誤差が小さかった。また全被験者でRB+近赤外の誤差が最も大きく、最小の誤差となった結果の2倍以上になる被験者もいた。sub1の結果を図2に示す。図よりRB+近赤外では多くの点で値が0.1s以上離れているが、RGBでは0.1s以上離れた点は局所的となっていることがわかる。これに対しGB+近赤外は目立って離れた値を示す点はなかった。

表1 脈波間隔とRR間隔の平均絶対誤差 (s)

	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
RGB+近赤外	0.049	0.058	0.059	0.042	0.052
RGB	0.038	0.067	0.061	0.057	0.059
RG+近赤外	0.043	0.074	0.062	0.045	0.044
GB+近赤外	0.034	0.064	0.054	0.038	0.050
RG+近赤外	0.071	0.088	0.066	0.079	0.084

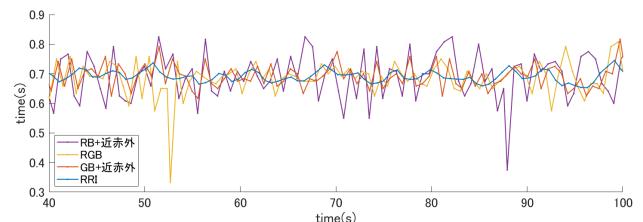


図2 sub1の脈波間隔推定結果

4 おわりに

本研究では独立成分分析によってRGB及び近赤外の画像から脈波間隔を推定し、脈波特徴を強くもつ波長を求めた。推定した脈波間隔と同時計測した心電図のRR間隔より求めた平均絶対誤差から、独立成分分析による画像脈波推定を行う際の波長の選択は計測領域の皮膚構造にあった皮膚への侵入深度をもつ波長を組み合わせることで精度が向上することが示唆された。今後の課題として計測に適した様な皮膚構造での計測と個人差を明らかにすることが挙げられる。

参考文献

- [1] Daniel McDuff, et al, IEEE Trans Biomed eng, 61 (12) 2948-2954, 2014.