

【目的】 日常的な血圧モニタリングは高血圧症の早期発見や予防において重要である。既存の血圧計測方法では、専用の機器に付随する計測用カフを装着する必要がある、計測にある程度の時間を要することが問題点であった。著者らは、遠隔バイタルサイン計測技術にて多用されている顔面脈波が得られる顔面可視画像、顔面血流により変動しうる顔面皮膚温の空間情報である顔面熱画像、近赤外帯域で計測した顔面近赤外画像の空間特徴量に基づく遠隔血圧推定に着想した。特に可視帯域と赤外帯域の中間に属する近赤外波長帯域は「生体の窓」と呼ばれるように、生体透過性の高い波長帯域であることが知られている。その帯域では、光の波長により生体に対する深達度が増加し、近赤外帯域にて撮影した顔面近赤外画像の利用により、皮膚の色相の空間的情報を立体的に捉えることが可能となる。光の波長により生体に対する深達度が増加することを考慮すると、遠隔血圧センシングに適した波長帯域が存在し、その波長帯域を特定することができれば血圧推定精度の向上が期待できる。本研究では、可視・近赤外帯域における多波長分光計測にて得た顔画像（多波長分光顔画像）の空間特徴量に基づく遠隔血圧センシングに適した波長帯域の特定を目的とする。具体的には、(1) 顔面可視画像に基づく高血圧検出、(2) 顔面近赤外画像に基づく安静時血圧推定、(3) 顔面熱画像に基づく安静時血圧推定の3研究を実施した。

【方法】 (1) では、意図的に血圧を変動させた状態で顔面可視画像と参照血圧値を計測する実験を実施した。計測した顔面可視画像における皮膚色相差分を計算することで顔面可視画像の空間相対的特徴を求め、その情報に対し非線形モデルを適用することで高血圧検出モデルを構築した。(2) では、760~1,100 nm および1,050~1,650 nm の波長帯域で計測した顔面近赤外画像に対しブラインド信号源分離アルゴリズムの1つである独立成分分析と線形回帰モデルを適用することで、顔面近赤外画像の空間特徴量に基づく安静時血圧推定を行った。(3) では、数週間にわたり被験者の顔面熱画像および安静時の平均血圧値を計測し、顔面熱画像から安静時血圧を推定するモデルを構築した。

【結果】 (1) では、顔面可視画像の空間相対的特徴を利用することで高血圧状態をおよそ70%の精度で検出することができた。さらに、主要血管が走行する鼻側部において高血圧に関連する空間相対的特徴が表出した。(2) では、波長が760~1100 nm における顔面近赤外画像から得られた安静時血圧に関連した空間特徴量に基づく安静時血圧推定精度が高かった。(3) では、8~10 mmHg の誤差で安静時血圧を推定することはできたが、推定値がほぼ一定になるなどの問題もあった。

標準顔面近赤外画像 (a) と安静時血圧に関連した空間特徴量 (b)

