

J-053

パターン分離法による血中酸素飽和度分布画像の取得 Imaging of SpO₂ (Oxygen Saturation by Percutaneous) using Pattern Separation

波多野 雅俊[†] 小田 和磨[†] 亀本 真寿男[†] 鬼追 一雅[†]
Masatoshi Hatano Kazuma Oda Masuo Kamemoto Kazumasa Kioi

1. はじめに

我々は狭帯域分光センシングによる生体計測を検討している。これまでに、人間の肌の分光画像からパターン分離法を用いて異なる2波長で同期した動画画像を取得し、ヘモグロビン濃度の時間変化の情報を得られることを報告している[1].

今回は、ビームスプリッタを用いて、高精度化することに成功したので報告する。

2. パターン分離処理

血液中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンは光吸収係数が異なる。

一般的に波長 λ_i における反射光輝度 I_i について

$$I_i = I_0 \exp^{-\sum \mu_n P_i} \quad (1)$$

I_i : 反射輝度

μ_n : 各波長の λ_i における物質 n の吸収係数

P : 酸化、還元ヘモグロビン濃度

が成り立つ。そこで2種類の波長 λ_1 と λ_2 について反射光強度 I_1 と I_2 を測定する。

両波長における μ_{n1} と μ_{n2} および入射光強度 I_0 が既知であることを利用して、酸化ヘモグロビン濃度 P_1 と還元ヘモグロビン濃度 P_2 の2種類の二次元パターンを得ることをパターン分離という[2].

3. 実験方法と装置

3.1 実験方法

波長 760nm と 850nm の赤外 LED 光源と、半値幅 10nm のバンドパスフィルタを装着した、2台のカメラによって時間同期した2波長の動画画像を取得した。

画像は 1/10 秒間隔で3秒間撮影し、合計60枚の画像を取得した。

時間同期した2枚の画像に位置補正と白色板補正を行い、パターン分離処理を行って、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの分布画像を作成した。

次にこの分布画像の任意の一点について、各画像の同一点を追跡することによりヘモグロビン濃度の時間変化を調べた。

パターン分離処理と測定には Visual C#を用いて開発した独自ソフトウェアを使用した。2台のカメラから取得した画像をそのままパターン分離を行うと、カメラの角度や位置の問題から手の位置にずれが生じるため、入力画像の位置補正を行っている。また画像から反射輝度値を取得する際には、元画像の S/N 値の悪さも考慮し、近傍値8画素で平均化したものを取得した。

3.1.1 従来の実験装置

これまでは、2台のカメラで、同じ距離からそれぞれ撮像対象に軸を合わせ、撮影を行っていた(図1)。

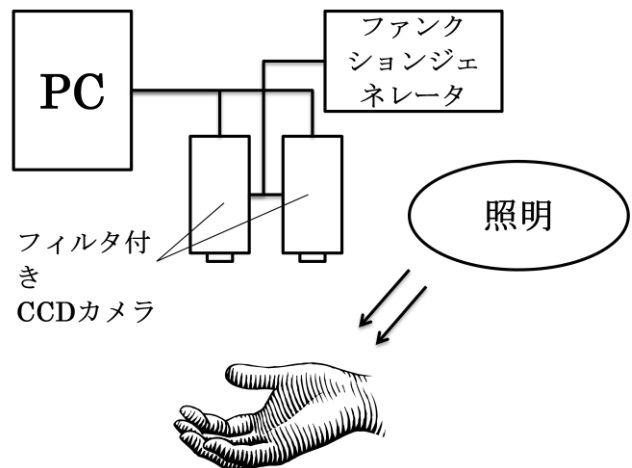


図1 従来の実験装置構成図

3.1.2 本研究の実験装置

本研究の実験では、カメラと被写体の間にビームスプリッタを設置した。

これにより、カメラの光軸が一致し、より高解像度のヘモグロビン画像が撮像できる(図2)。

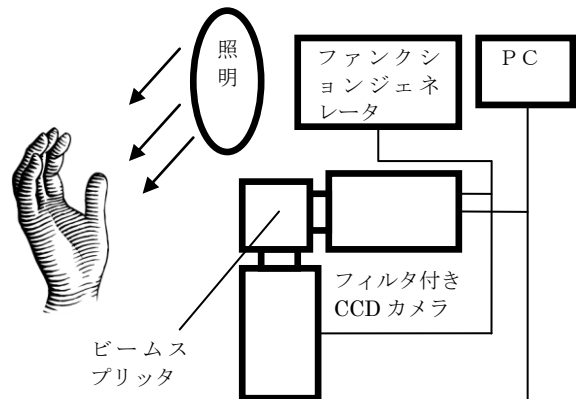


図2 本研究の実験方法

4. 実験結果

4.1.1 従来との比較

本研究の実験から、図3のような画像を取得することが出来た。

パターン分離処理を行うと、図4のような画像が作成される。

(図6) との比較、画像の解像度が上がっており、血管のパターンがより鮮明に見えている。

[†] 広島工業大学 Hiroshima Institute of Technology

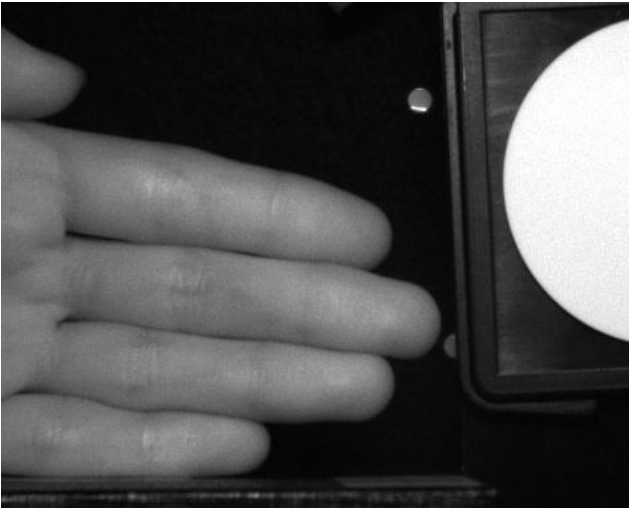


図3 760nm 分光画像

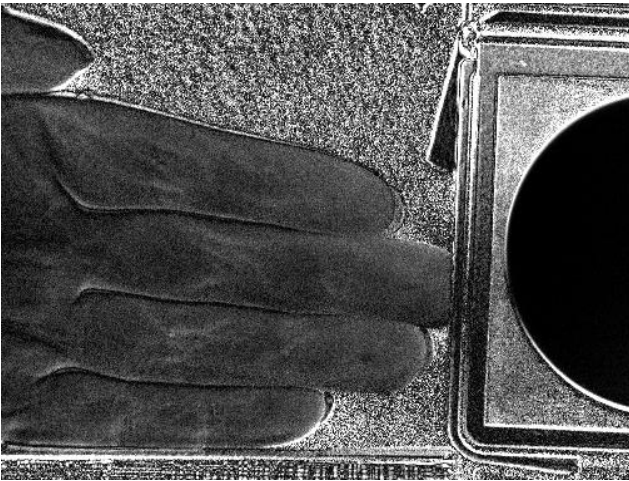


図4 酸化ヘモグロビン濃度画像

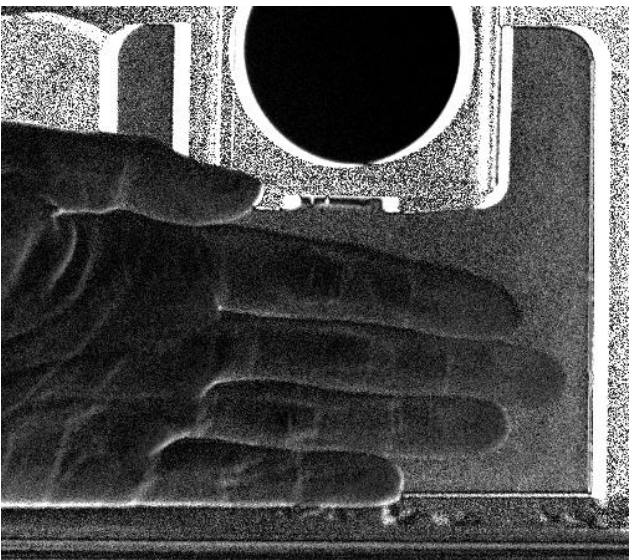


図5 従来のヘモグロビン濃度画像

パターン分離画像から画素の値について、酸化ヘモグロビン濃度の時間変化をグラフにまとめた(図7)。

このグラフでは、一定周期おきに、酸化ヘモグロビン濃度が高くなっていることが分かる。

従来のデータと比較すると、より脈拍の波形に近いグラフとなっている。

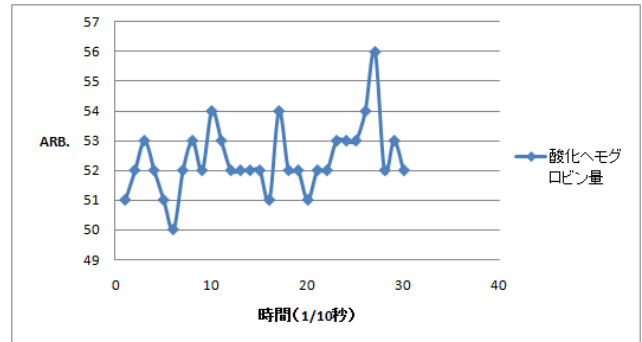


図6 本研究の酸化ヘモグロビン量の変化

4.1.2 測定部位の変更

より良い画像の撮像するために、他の部位での撮像を行った。(図7)

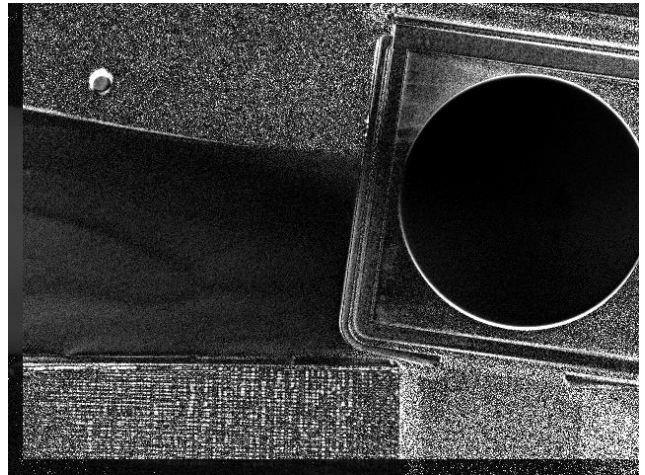


図7 腕の酸化ヘモグロビン量の変化

結果、動脈の様子を確認することは出来なかった。

これは、反射光の光量が足りなかったためと考えられる。

5. 考察

本研究では、光軸を一致させ、高解像度の画像を取得することに成功した。

これは、カメラの調整によるノイズ減少も要因であると考えられる。

今後の発展として、ビームスプリッターではカメラの固定位置によってはずれやねじれが生じてしまうことがあったため、3板式カメラを用いて撮像を行うこと。

体の各部位に最適な光源量を見つけること。

ハイスピードカメラを用いて撮像を行い、よりスムーズなヘモグロビン分布変化の測定を行うこと。

カメラ1台で波長を交互に切り替えながら撮像を行い、パターン分離を行うことが上げられる。

参考文献

- [1] 波多野 雅俊, 鬼追 一雅, 藤本 勲, “2波長時間同期動画のパターン分離によるヘモグロビン分布の時間変化計測”, 電気・情報関連学会中国支部連合大会, Vol.61, pp.120 (2010).
- [2] 末棟 将彦, 増田 一公, 杉本 菜美子, 藤本 勲, “高分解分光画像センシングによる肌の計測”, 電気・情報関連学会中国支部連合大会, Vol.55, pp.188 (2004).