

フィルタアレイ型マルチスペクトルカメラを用いた血流状態の識別

佐藤藍梨（富山県立大学）・大寺康夫（富山県立大学）

1. はじめに

非接触な装置による皮下の血流動態の視覚化、皮膚の炎症、アレルギー反応の定量評価等は、医療診断分野において重要となっている。そこで、可視または近赤外波長範囲を利用するマルチスペクトルイメージングが用いられている。本研究では、フィルタアレイ方式のスナップショット型マルチスペクトルカメラ(MSC)[1]を用いた。血流状態の識別を目的として、様々な血流条件下で人間の皮膚(手)の撮影を行った。

2. 原理・方法

CMOSカメラ(Raspberry Pi HQ Camera)にフォトニック結晶型 16ch のマルチスペクトルフィルタアレイ(MFA)[2]を集積したMSCを用いた。図1に使用したMSCを示す。MFAは、可視から近赤外域までの400から1000nmの波長域全体をカバーしている。また、誘電体多層膜で構成され、基板面に微細な構造を持つためチャンネル毎に異なる透過率を示す。実験では光源に、可視から近赤外までの波長範囲で強度を十分に持つハロゲンランプを使用した。波長は500-600nmに制限するためバンドパスフィルタをマクロズームレンズに取りつけた。今回制限した波長範囲では酸化ヘモグロビンや還元ヘモグロビンの吸収スペクトルがあるとされる[3]。またカメラはRaspberry Pi 4Bに接続し、Pythonのプログラムから制御した[4]。今回の撮影対象は3つの状態(A)正常状態、(B)圧迫状態：手首を血压系のカフで締め付けた状態、(C)再環流状態：カフを解放し血流が手の平に流れ始める状態である。また、撮影の結果から得られるのは(縦、横、チャンネル番号)の3つの次元を持つハイパースペクトルデータキューブである。血流毎に撮影を行い、得られた3枚分のデータキューブに対し主成分分析を施すことで血流毎の違いを捉えることを試みた。

3. 結果

MSCから得た生画像を図2に示す。生画像をみただけでは状態ごとの大きな変化はほとんど見られない。より変化を捉えるため、各画像内で最小値が0、最大値が1となる正規化を施した。これらに主成分分析を施したところ寄与率はそれぞれ表1に示す結果となった。寄与率を見ると、それぞれのPCには何か特徴が乗っていると考えられる。これらのうち、血流毎の差が大きく見えたPC4のスコア画像を図3に示す。PC4のスコア画像を見ると、血流毎の違いが大きく現れた。正常状態での0以上のスコア値は全体の46%に対し、圧迫状態では68%であり、再環流状態では35%となっていた。このような結果から、手首を圧迫していない状態ではスコア値が低くなり、圧迫している状態では高いスコア値になると考えられる。また、この原因として手首の圧迫、解放には酸化ヘモグロビンや還元ヘモグロビンの含有量との関係ある

と考える。

4. まとめ

MSCを用いて手の平を撮影し、主成分分析を用いて画像解析を行った。PC4の値の変化から血流毎の違いを定量評価できた。今後は、それぞれのPCは何が原因で変化しているのか検討を行い、より詳細な血流の識別をできるような研究を進めていく。



図1 MSCの構造

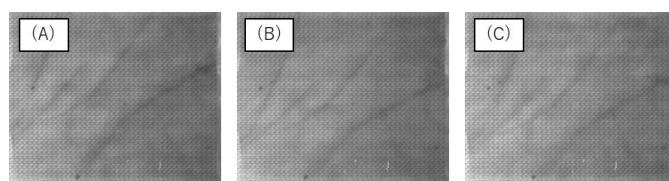


図2 MSCの生画像

(A)正常状態, (B)圧迫状態, (C)再環流状態を示す

表1 PC1-PC6の寄与率

PC番号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
寄与率	29%	21%	17%	8%	6%	5%

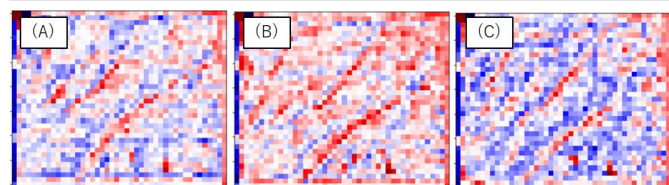


図3 PC4のスコア画像

(A)正常状態, (B)圧迫状態, (C)再環流状態を示す

参考文献

- [1]. A. Sato et al., ODF' 20, 02PA2-05, June 2021, Taiwan(Online).
- [2]. Y. Ohtera et al., Appl. Opt. 59(17), 5216-5224 (2020).
- [3]. 立石哲也:「メディカルエンジニアリング」, 産業図書株式会社, pp40(2000)
- [4]. Y. Ohtera et al., ODF' 20, 03PS2-29, June 2021, Taiwan(Online).