

近赤外分光画像を用いた臓器の血行状態定量化に向けた基礎検討

小平 典子¹⁾, 村井 希名¹⁾, 大西 峻¹⁾, 川平 洋²⁾, 〇羽石 秀昭²⁾

1) 千葉大学大学院工学研究科, 2) 千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター

Study toward Quantification of Circulation of Organ Using Near-Infrared Spectral Image

Noriko Kohira¹⁾, Kina Murai¹⁾, Takashi Ohnishi¹⁾, Hiroshi Kawahira²⁾, 〇Hideaki Haneishi²⁾

1) Graduate School of Engineering, Chiba University

2) Research Center for Frontier Medical Engineering, Chiba University

1. はじめに

消化器系の自家移植手術を行うにあたり, 切除対象となる臓器の血行状態を把握する必要がある. 現在は主に, 目視による臓器の変色の度合いから判断している. しかし, 色の違いはごくわずかである場合が多く, また, 医師による判断基準も統一されていないため, 客観的な評価ができていない. そこで本研究では, 近赤外分光画像を利用して臓器の血行状態を定量的に評価する手法の開発を目指す.

2. 分光反射率データ収集

臓器の血行正常部と不良部で異なる分光情報を持つ波長域を調査する. そこで, ブタの小腸を利用して実験を行った. 測定には, 狭帯域な分光画像が取得できるハイパースペクトルカメラ (NH-7, エバ・ジャパン株式会社) を用いた.

小腸の二箇所を取り出し, 並べて固定した. 一方を糸で結んで血行不良状態にし, 血流遮断開始から1分間隔で, 異なる血行状態において10分間撮影した. 小腸の分光反射率は, 撮影したハイパースペクトル画像内の白色板の平均画素値に対する小腸の平均画素値の比で算出した. その結果を Fig.1 に示す. 波長 780~810nm でヘモグロビンの分光吸収特性^[1]に応じた波形の変化が確認できる. 本研究では, 波長 780nm と 810nm の2枚の分光画像を用いて血行状態を評価する.

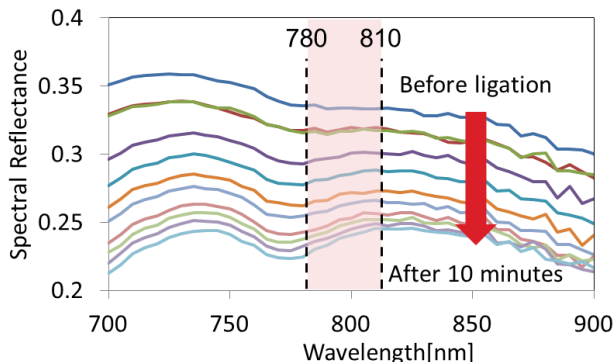


Fig.1 Spectral reflectance of small intestine

3. 手法概要

本手法は, 患者の臓器の血行状態を評価するために, 予め算出しておいた基準ベクトルを使用する. 波長 780nm と 810nm の各画像の画素における分光反射率を要素とする 2 次元の行ベクトルを考える.

正常部と不良部の平均ベクトル $\mathbf{g}^{\text{Normal}}$, $\mathbf{g}^{\text{Ischemia}}$ を用いて, 基準ベクトルは式(1)で定義する.

$$\mathbf{d} := \mathbf{g}^{\text{Ischemia}} - \mathbf{g}^{\text{Normal}} \quad (1)$$

患者の臓器を評価する際は, 臓器の分光反射率画像を取得し, 各ピクセルの 2 次元ベクトル $\mathbf{g}^{(k)}$ を基準ベクトル \mathbf{d} に射影した値 $s^{(k)}$ を利用する. 評価指数 $s^{(k)}$ を式(2)に示す. k は画素番号である.

$$s^{(k)} := \frac{(\mathbf{g}^{(k)} - \mathbf{g}^{\text{Normal}}) \mathbf{d}^T}{\|\mathbf{d}\|^2} \quad (2)$$

評価指数 $s^{(k)}$ が大きいほど, 基準ベクトル \mathbf{d} の終点を持つ虚血データに近いことを意味し, その臓器の血行状態は不良であると判断できる.

4. シミュレーション実験

ハイパースペクトル画像を用いて手法を検証した. 結紮 10 分後の画像から基準ベクトルを算出し, 結紮 7 分後の画像に適用した結果を Fig.2 に示す. 正常部と虚血部の評価指数 s は 0.01 と 0.83 となった.

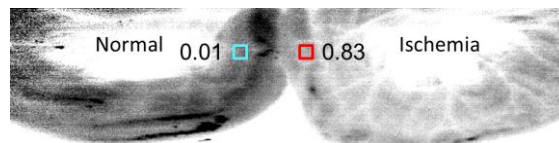


Fig.2 Result of applying the proposed method

5. まとめ

本手法により, 臓器の血行状態を数値的に把握することが可能となった. 今後は, データ数を増やし基準ベクトル \mathbf{d} の汎用性を高めていく.

参考文献

[1] 田村俊世ら, 医用機器 I, 2006