

平成 30 年 6 月 10 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06099

研究課題名(和文) カラーバランスを自動化したスペクトル分光を用いた経皮的医用イメージング

研究課題名(英文) Percutaneous medical imaging using spectral spectroscopy with automated color balance

研究代表者

湯浅 友典 (YUASA, TOMONORI)

室蘭工業大学・工学研究科・准教授

研究者番号：60241410

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：超高齢化社会を迎え、開業医初診時における各種疾患の早期発見の意義が高まっている。中でも悪性度の高い局在性皮膚ガンなどは発見が難しく危険なため、生体皮下組織を非接触で簡便に可視化する手段が必要とされている。本研究では、開業医には高価で導入や操作が困難なCTなどの装置に変わる、分光学的手法を用いた安価で小さな簡便に扱える医用イメージング技術の開発と、ネットワークを用いた情報の共有とデータマイニングによる診断支援システム技術の開発を行った。

研究成果の概要(英文)：The significance of the early detection of various diseases at the first medical examination of the practitioner is rising as the super aging society is entered. Among them, localized skin cancer and the like highly malignant are hard to find and dangerous, so a means to easily visualize the subcutaneous tissue of the living body without contact is required. In this research, we are developing an inexpensive, compact, easy-to-handle medical imaging technology using spectroscopic techniques, which is expensive and difficult to introduce and operate, which is difficult to introduce and operate, and information sharing using a network. And the development of diagnosis support system technology by data mining.

研究分野：光計測・画像情報処理

キーワード：生体計測 皮膚組織 スペクトル分光

1. 研究開始当初の背景

超高齢化社会を迎え、開業医初診時における各種疾患の早期発見の意義が高まっている。初診時の目視観察・病理検査に代わる非接触手段として色々提案されているが、次のような問題点がある。

- (1) 既存のCTは装置が高価で大がかりなシステムであるため、開業医には向かない。
- (2) 超音波を用いた計測手法では生体深部の計測には適用できるが、奥行き方向の精度が低いため皮膚組織には適用できない。
- (3) ハイパースペクトル・カメラを用いた分光学的手法では、取り扱うデータ量が膨大なため処理に時間を要し、かつシステムが高価である。
- (4) 近赤外光トポグラフィによる研究例では、生体組織の吸収分布のみが明らかにされているが、その形状分布までは明らかにされていない。
- (5) 皮膚反射光量による腫瘍深さの推定法の研究例では、酸素飽和度の依存性が未解決なため、厚みの計測方法が提案されていない。

2. 研究の目的

本研究では、開業医には高価で導入や操作が困難なCTなどの装置が変わる、分光学的手法を用いた安価で小型な簡便に扱える医用イメージング技術の開発と、ネットワークを用いた情報の共有とデータマイニングによる診断支援システム技術の開発を目的とする。

本研究の成果により、地域医療格差の解消と初期診察時の診断精度の向上が図れ、病気の早期発見と早期治療に繋がると考えられる。また、安価で小型、そして簡便に用いることの出来る装置、そして情報のネットワークを用いた共有から、医師と患者を繋ぐ遠隔医療にも適用できると考えられ、将来的なコンピュータ支援診断、医療の更なるICT化に向けた、基盤整備にも有効であると考えられる。

3. 研究の方法

(1) マルチスペクトル照明装置とイメージングアルゴリズムの構築

撮影デバイスにモノクロ CCD カメラを用いることから、経皮的生体情報のイメージングには、照明が重要な鍵となる。現在、血液の吸光特性とカラーイメージングに必要な RGB から、動・静脈の分離と各種生体濃度推定に最適な3波長を、また黄疸の原因となるビリルビンに最適な波長について、選定を行っているが、精度がまだ不十分である。そこで更にそれらのイメージングに最適な波長と、最適な照度、および各波長光の比率について明らかにし、同時に各種生体情報をイメージングするアルゴリズムを構築する。

(2) ホワイトバランスの自動化
各種生体濃度の推定には正確な色彩情報

の取得が鍵となる。従来の手法では標準白色板などの基準に基づいてホワイトバランスの調整を行っているが、取り扱いづらく経年劣化も問題となることから、上記1で構築した照明に用いる各種波長光から白色点を推定し、自動的にホワイトバランスを調整する手法を確立する。現在各種照明光をオリジナルのカラーチャートに照射し、そこから得られた画像情報から白色点を推定するアルゴリズムを構築しており、その手法を応用発展させることで実現できると考えられる。

(3) 解析精度向上のための階層構造モデルデータベースの構築

開業医が本システムを個人レベルで使用した場合、診察に訪れる患者数が限られるため蓄積されるデータ数も少なく診断精度も不十分となる。そこで、本システムをネットワーク化し開業医間で情報の共有を図る。そして蓄積された情報を、階層構造モデルデータベース化することで、解析精度の向上を図る。階層構造モデルデータベースは、既に申請者が JIS X 9206-1:2000 として構築した技術であり、蓄積データを本データベースに適用することで実現できると考えられる。

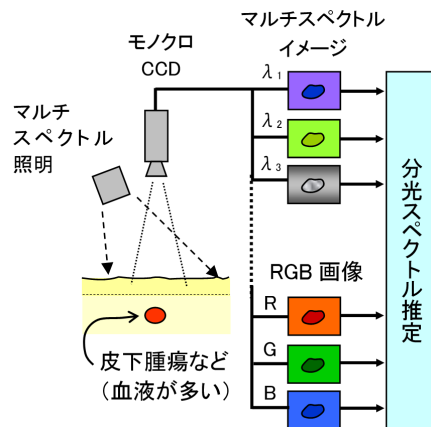


Fig.1 マルチスペクトル照明装置とマルチスペクトルイメージング

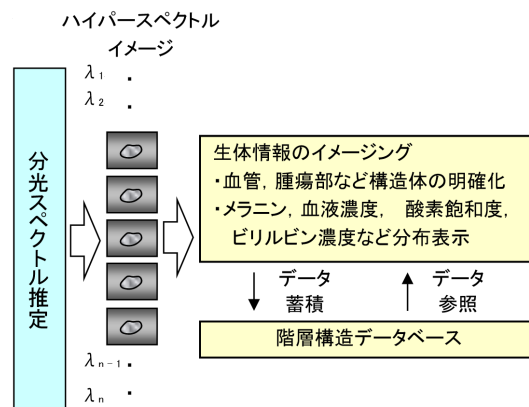


Fig.2 ハイパースペクトル・イメージと階層構造データベース

4. 研究成果

マルチスペクトル照明装置の構築と分光スペクトル推定によるハイパースペクトル・イメージング化。

(1) シミュレーションによる最適波長，強度，比率の選定

酸化・脱酸化血液（ヘモグロビン）およびビリルビンの光吸収特性から，吸光度比と腫瘍部深さの数値評価を，皮膚組織層状モデルのモンテカルロプログラムを用いて行い，精度と感度から最適波長，照度，比率の選定を行った。

(2) マルチスペクトル照明装置の構築

(1)で選定した波長をもつ LED と，照度と比率を任意に調整可能な回路を作成し，マルチスペクトル照明装置の試作を行った。そして測定対象に対して最適な状態で個々のスペクトル光が照射されるよう，光線追跡ソフトを用いて設計を行い，照明装置の改良を行った。

(3) 分光スペクトル推定を用いたハイパースペクトル・イメージング手法の構築

(2)で作成したマルチスペクトル照明装置を用いて撮影されたマルチスペクトル・イメージから，より詳細な解析を行うため，ウィナー推定法を用いた分光スペクトル推定を行い，ハイパースペクトル・イメージの導出を行った。現状十分な推定精度が得られていないので，さらなる検討が必要である。

医用イメージングアルゴリズムの構築。色彩情報の取得精度向上と基準白色点情報取得のため，ホワイトバランスを自動的に調整する手法とアルゴリズムの構築。

(4) 各種生体情報のイメージングアルゴリズムの構築

(3)で導出されたハイパースペクトル・イメージから，各種生体情報，ここでは生体内部の血管や腫瘍などの構造物の血流や形状，血液濃度，酸素飽和度，メラニン濃度などの分布情報などを医師に認識しやすいようにイメージングするアルゴリズムの構築を行った。

(5) 白色点推定とホワイトバランスの調整

各種生体濃度の推定には正確な色彩情報の取得が必要となるため，マルチスペクトル照明装置に用いる各種波長光から白色点を導出し，各種照明光下でオリジナルカラーチャートの撮影を行い，白色点を推定するアルゴリズムを用いることで自動的にホワイトバランスを調整する手法の構築を行った。現状十分な推定精度が得られていないので，さらなる検討が必要である。

(6) マルチスペクトル照明装置と各種生体情報のイメージングアルゴリズムを組み合わせたシステムの構築と運用実験を行った。

さらに，本学保健管理センターの医師の協力を受け，システムの改善を行った。

生体情報共有のためのネットワークシステム構築と，生体情報解析のための階層構造モデルの構築と，それを適用したデータベースの構築。全てのシステムを用いた実証実験。(7) 生体情報共有のためのネットワークシステム構築

(6)で構築したシステムを用いて取得したデータを，ネットワークを介して蓄積するためのネットワークシステムを構築し，データの取得およびデータのネットワークを通じた蓄積が行えるか検証と改善を行った。

(8) 生体情報解析のための階層構造モデルの構築と，それを適用したデータベースの構築

(7)で蓄積された情報を，階層構造モデルに適用し，データベース化することで，各種生体情報の解析精度の向上を図った。階層構造モデルデータベースは，JIS X 9206-1:2000 をモデルとして構築した。

(9) 最後に，これまでに作成してきたシステムを統合し，計測性能だけではなく，操作性と安全性を確保するため追加修正改良を行った。しかし現状，スペクトル推定の精度と白色点推定の精度が不十分であるため，その後結果に十分な精度が得られていない。今後さらなる精度の向上に向けて研究を継続して行う予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

N.Yokoi, T.Shinohara, H.Funamizu, M.Kyoso, Y.Shimatani, T.Yuasa and Y.Aizu, Measurements of blood flow and blood concentration change using laser speckle in fiber illumination and its application to estimation of stress condition, OPTICAL REVIEW, 査読有, 2, 24, 2017, 226-236

〔学会発表〕(計7件)

Tomonori Yuasa, Ryo Sasaki, Takaaki Maeda, Hideki Funamizu, Yoshihisa Aizu, Simulation of spectral reflectance image in human skin model having surface texture by ray tracing, OIE'15, Joensuu, 2015

Tomonori Yuasa, Kota Mizunuma, Ryoji Goto, Takaaki Maeda, Hideki Funamizu and Yoshihisa Aizu, Simulation of spectral reflectance image in human skin model having a measured surface texture by ray tracing, BISC 2016, 2016 水沼孝太, 高橋成季, 英勇斗, 前田貴章, 船水英希, 湯浅友典, 相津佳永, 凹凸表

面を付加した皮膚モデルによる光伝搬モンテカルロシミュレーション, OPJ2016, 2016

K.Sato, S.Miyazawa, H.Funamizu, T.Yuasa, I.Nishidate and Y.Aizu, Color reproduction of human skin by spectral reflectance using RGB images and the Wiener estimation method, BISC 2017, 2017

T.Yuasa, Y.Nagamori, T.Maeda, H.Funamizu and Y.Aizu, Development of skin tissue phantom having a shape of sulcus cutis and crista cutis with lower temporal deterioration, ECBO 2017, 2017

橋本遼平, 永森祐太郎, 前田貴章, 湯浅友典, 船水英希, 相津佳永, 皮膚ファントムの改良と皮膚表面形状付与に関する検討, JSAP64, 2017

鈴木達也, 湯浅友典, 前田貴章, 船水英希, 相津佳永, モンテカルロ法による分光反射率データベースの生成と皮膚組織パラメータの推定法, OPJ2017, 2017

6 . 研究組織

(1)研究代表者

湯浅 友典 (YUASA, Tomonori)

室蘭工業大学・もの創造系領域・准教授

研究者番号: