

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：34408

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560054

研究課題名(和文) 複眼撮影システムを用いた歯周治療への応用

研究課題名(英文) Application to the periodontal treatment using the compound eyes photography system

研究代表者

緒方 智壽子(OGATA, Chizuko)

大阪歯科大学・歯学部・助教

研究者番号：60288777

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：複眼撮像システム(Thin Observation Module by Bound Optics: TOMBO)を歯科治療に応用し、その有効性と拡張性を検証した。実験システムは、予備実験及びハードウェアプロトタイプのために構築した。いくつかの基本的な歯科実験方法は、実験システムを用いて行った。有用な結果は、歯と歯肉の形態測定で得られたのと同様に、歯周組織の分光測定でも得られた。

研究成果の概要(英文)：A compound imaging system called thin observation module by bound optics was applied to odontotherapy, and its effectiveness and extendability were investigated. Experimental systems were constructed for the purposes of preliminary testing and hardware prototyping. Several basic odontotherapy operations were performed using the experimental systems. Promising results were obtained in the shape measurement of teeth and gingivae, as well as in spectral observation of gingival tissue.

研究分野：歯周病学

キーワード：複眼システム 歯周治療 歯肉 分光計測 偏光計測 メラニン 還元ヘモグロビン

1. 研究開始当初の背景

歯周疾患により歯肉の状態や形態は様々に変化し、歯周治療によりさらに変化する。歯肉色に着目した基盤的研究は報告されている[1]が、その臨床応用には至っていない。研究代表者は、健全歯肉色と病的歯肉色との比較[2]や医員による視覚的臨床診断と画像解析との比較検討などを行ってきた。病的歯肉の状態であっても、個人の本来の歯肉色が、視診による診断に影響を与えてしまうことを確認したが、歯肉色に個人差があることから、数値として健全状態と病的状態を区別することは困難であった。そこで、歯肉形態の3次元的变化を含めた多面的なデータに基づいた診断を実現すべく、本研究の構想に至った。研究分担者の谷田は、昆虫の複眼にヒントを得たコンパクトかつ高機能な撮像デバイスである複眼撮像システム TOMBO (Thin Observation Module by Bound Optics) (以下 TOMBO) [3]を開発し、さまざまな分野への適用を進めている [3]。申請者らは、TOMBO に適した応用として口腔内計測に着目し、ストライプ状の構造光投影によるアクティブ形状計測法を適用した。歯周病患者に対する治療前後の歯肉形状計測を実施し、その有効性を確認した[4]。

[1] 岡田 他：日本歯科保存学雑誌

39:291-303, (1996)

[2] 緒方 他：歯科医学

66:227-235, (2003)

[3] J. Tanida, et al.: Appl. Opt. **40**, 1806, (2001).

[4] 西崎 他：第 58 回応用物理学関連連合講演会, 25a-KL-3 (2011).

2. 研究の目的

光技術の医療応用の中でも、歯科分野は対象が明確であり、光技術との適合性が高く、その適用が比較的容易であるなど、大

きな可能性を秘めている。本研究では、歯周疾患による歯肉状態や形態の変化をとらえ、歯周治療における新手法の構築に資するとともに、効果的なスクリーニング技術の開発をめざす。複眼撮像システムをベースに、3次元形状計測、高精度カラー画像・偏光画像取得、アクティブ計測用パターン投影などを組み込んだ多機能口腔計測システムを開発し、臨床利用を通して、歯周治療の診断や治療効果のモニタリングにおける有効性を検証する。

3. 研究の方法

(実験1) Fig.1 に、TOMBO システムの概略図を示す。システムは TOMBO センサー、外部照明光源、コンパクトプロジェクター、パーソナルコンピュータから構成される。TOMBO センサーは、単純な構造のために均一な電界が重なり合う構成で 3×3 の光学ユニットで構成される。

口腔内測定では困難な条件のために、均一な照明を使用した画像のステレオマッチングは、対応する組の十分な数を見つけることができなかった。この問題を解決するために、我々は数種類の体系化されたパターンを物体に映して、見つけられた対応する点組の全てと、ステレオマッチングにおいて成功した組み合わせの比率を比較した。4種類の体系化パターン(すなわち、普通の点、ランダムドット、横縞と縦縞)は、均一な照明と比較した。

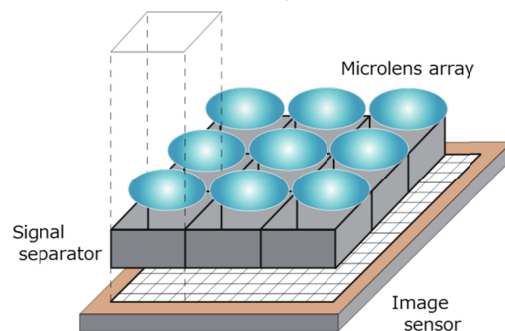


Fig.1 TOMBO system

(実験2) Fig.2 に示すように、ハードウェアプロトタイプのために、以前の実験方法

における各部の機能は、不均一に割りあてた。各種情報はシステムによって処理することができるが、ここでは、偏光画像化の効果と単一光学ユニットの性能を評価することを試みた。設計では、直線偏光フィルターの三つの異なる向きが反射の影響を軽減するために使用した。

可視 0°	近赤外 0°	可視 0°
可視 90°	近赤外 90°	可視 90°
可視 45°	近赤外 45°	可視 45°

Fig.2 Functional assignment

4. 研究成果

(実験1) Fig.3は、マッチングウィンドウのサイズに対する異なる照明パターンの検出された対応点と組のすべてのステレオマッチングに成功したペアの割合を示す。結果は、縦縞照明の優れた性能と偏光画像の有望な性能を示している。Fig.4は、縦縞照明を用いて再構成された3-D表面タイルの結果を示す。各画素値は、ステレオマッチングによって決定される位置に配置した。図からわかるように、視認性の高い3次元表面は容易に理解できる形式で再構築された。

(実験2) Fig.5は、歯周組織中に含まれる物質の推定から得られた結果を示している。Fig.5aで撮影した画像は観察として使用し、同視野の材料分布として使用した。メラニン、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの分布を Fig.5.b,d に示す。Fig.5の目視検査は正確な検証が達成されなかったが、

得られた予測結果の妥当性を示唆している。複数の光学ユニットによって捕捉され、信号処理を適応している異なる画像を連結することによって、歯科治療の分野で我々の実験システムのアプリケーションを拡張することが可能となることが示唆された。

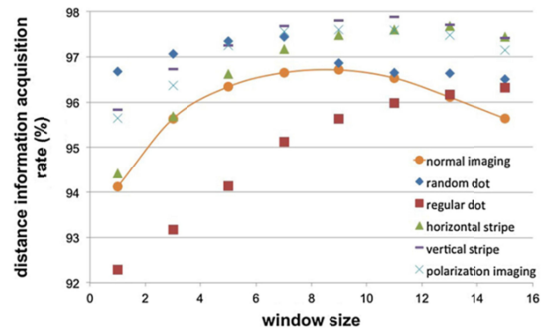


Fig.3 Ration of successful in matching processing

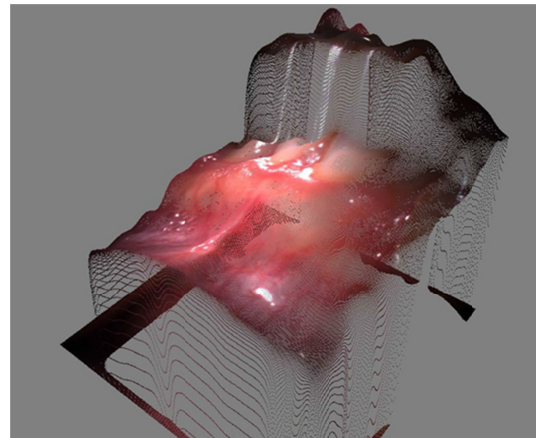


Fig.4 An example of 3-D surface tiling

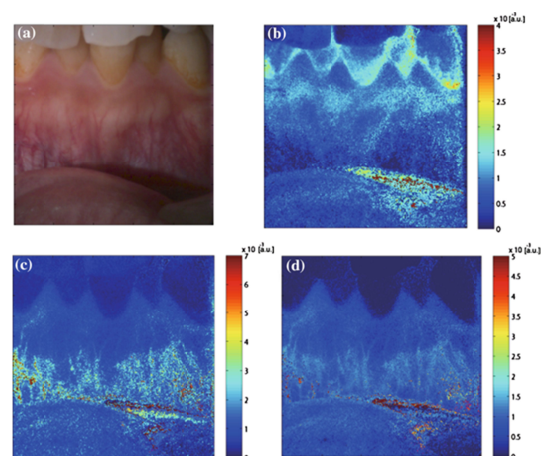


Fig.5 a Observed image, and estimated distributions of **b** melanin, **c** oxygenated hemoglobin, and **d** reduced hemoglobin

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

Jun Tanida、Hiroki Mima、Keiichirou Kagawa、Chizuko Ogata、Makoto Umeda、
Application of a compound imaging system to odontology, Optical Review、
査読有、Vol.22、2015、pp.322-328、
DOI:10.1007/s10043-015-0052-2

香川景一郎、美馬大樹、緒方智壽子、谷田 純、
複眼デンタルミラーの開発、情報センシング研究会、
映像学技法、査読無、37巻、2013、1-4

[学会発表](計 6件)

Hiroki Mima、Keiichirou Kagawa、Atsushi Iwata、Chizuko Ogata、Makoto Umeda、
Jun Tanida、
A compound-eye imaging module for intramural biological measurement、
2nd Asian Image Sensors and Imaging Systems Symposium、
2014年12月1日、東京工業大学田町キャンパス(東京都・港区)

美馬大樹、香川景一郎、緒方智壽子、谷田 純、
複眼撮像デバイスによる口腔内生体情報計測システム、
Optics & Photonics Japan 2014、
2014年11月6日、筑波大学東京キャンパス(東京都・文京区)

緒方智壽子、香川景一郎、美馬大樹、長田大翼、中垣直毅、谷田 純、梅田 誠、
複眼撮像システムの歯周治療への応用、
第57回春季日本歯周病学会学術大会、
2014年5月23日、長良川国際会議場(岐阜県・岐阜市)

Hiroki Mima、Keiichirou Kagawa、Chizuko Ogata、
Jun Tanida、
An intra-oral

diagnostic system based on a compound-imaging module、
The 1st Biomedical Imaging and Sensing Conference 2014、
2014年4月24日、Pacifico Yokohama(神奈川県・横浜市)

美馬大樹、香川景一郎、緒方智壽子、谷田 純、
複眼撮像デバイスを用いた口腔診断システム、
Optics & Photonics Japan 2013、
2013年11月13日、奈良新公会堂(奈良県・奈良市)

美馬大樹、香川景一郎、緒方智壽子、谷田 純、
複眼撮像システムによる歯肉形状計測、
第11回関西学生研究論文講演会、
2013年3月6日、和歌山大学(和歌山県・和歌山市)

[図書](計 0件)

[産業財産権] 出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

緒方 智壽子(OGATA, Chizuko)
大阪歯科大学 歯学部 助教
研究者番号：60288777

(2)研究分担者

谷田 純 (TANIDA, Jun)
大阪大学 情報科学研究科 教授
研究者番号： 00183070

(3)連携研究者

香川 景一郎 (KAGAWA, Keiichirou)
静岡大学 電子工学研究所 准教授
研究者番号： 30335484

(4)研究協力者

美馬 大樹 (MIMA, Hiroki)