

【基盤研究(S)】

総合系(情報学)



研究課題名 多元コンピュータショナル光計測による手術支援応用

大阪大学・データビリティフロンティア機構・教授 ながはら はじめ

研究課題番号: 17H06102 研究者番号: 80362648

研究分野: 情報学

キーワード: コンピュータショナルフォトグラフィ、光センシング、医療計測

【研究の背景・目的】

近年、開腹手術とくらべて患者の負担が少なく回復が早いことから内視鏡手術が注目され、適用数は増加の一途をたどっている。しかし、一般的な内視鏡で得られる情報はモニタに表示される視野の狭い 2 次元画像のみで腹腔へ挿入しているため視点の自由も限定的である。そのため術者に高度な技術を要求することから開腹手術と比べて効率や安全性が劣るといふ問題がある。本研究では、新たな光計測技術を開発し非接触でリアルタイムの臓器の 3 次元計測・推定手法を実現する。

Time of flight (TOF)による距離計測は、正弦波でモジュレーションされた光を物体に投影し、物体上で反射した光をセンサで計測する。その反射光の位相差から求まる光の到達時間の遅れから物体の距離や形状を計測する手法である。従来の TOF では、図1に示す直接反射のみを想定しているが、実際の反射光は物体内での散乱成分や他の物体からの間接反射によるマルチパス成分を含み、これらの直接反射とその他の反射の成分が分離できず、推定距離や形状に大きな誤差を生じる。そのため、臓器などの生体組織は、複雑な反射を起こすことから、これまで TOF による形状計測は適用できなかった。

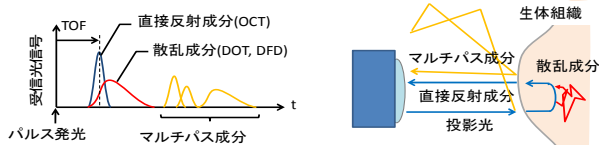


図1: Time of Flight (TOF)計測での反射光の応答

【研究の方法】

本研究では、投影光源や撮像センサの開発による新たな符号化・復調化により反射光から直接反射、散乱成分を抽出することができる光コム干渉カメラを提案する。このカメラで得られる干渉画像から臓器の形状を推定する手法を提案し、医療応用を対象とした実証を行う。図 2 に研究提案の概要と要素について示す。光コム干渉カメラは、光周波数コム光源と光干渉光学系、時間変調 CMOS センサを備え、光コム光源を投影光として物体に照射し、物体からの反射光を捉える。反射光は、ビームスプリッタを経由してカメラ内部に備わる参照光源から発せられる光と干渉することで、センサ上に光干渉画像を生じる。この干渉画像を

新規開発する時間変調 CMOS センサによりデジタルデータとして計測する。単一の計測手段により得られた画像から、異なる反射光の情報を取りだし、臓器の表面や表層、深層の形状をそれぞれ TOF、OCT、DFD/DOT といった異なる推定手法で計測し、レンジや特性の異なるそれら推定結果を医療応用が求めるシームレスな統合モデルとして融合することが本研究の特徴である。

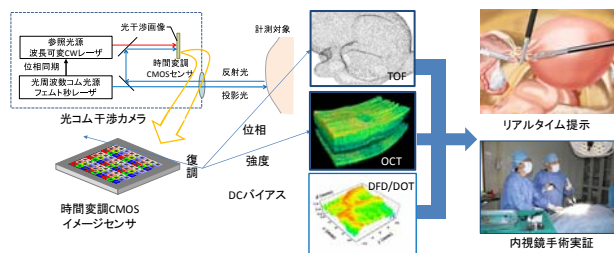


図 2: 研究概要と要素

【期待される成果と意義】

コンピュータショナルフォトグラフィや情報フォトニクスを牽引してきた唯一無二の研究グループにより、光学、センサ、情報を横断した計測手法の実現がはじめて可能となり、生体組織という困難な対象物体の計測推定を実現する。

実用上の意義としては、内視鏡下による臓器の 3 次元リアルタイム計測が可能となれば、これまで術者の手探りや勘に頼っていた職人的な術式から、定量化・客観化された情報に基づく効率的で安全な手術の実現が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Nagahara, “Computational 3D imaging”, Display week, Aug. 2016(招待講演).
- ・ 長原一, “ライトフィールドビジョンと符号化撮像”, 映像情報メディア学会誌, Vol.67, No.8, pp.647-649, 2013(招待論文).

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度 - 33 年度 115,800 千円

【ホームページ等】

<http://www.ids.osaka-u.ac.jp/organization/nagahara@ids.osaka-u.ac.jp>