



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Realization of 3D image reconstruction from transillumination images of animal body [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Tran, Trung Nghia
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11491号
Issue Date	2014-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56721
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Tran_Trung_Nghia_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Tran Trung Nghia

審査担当者 主 査 特任教授 清水 孝一

副 査 教授 平田 拓

副 査 准教授 工藤 信樹

学位論文題名

Realization of 3D image reconstruction from transillumination images of animal body

(生体透視像からの 3D 像再構成の実現)

X 線 CT や MRI 装置を用いた生体の 3 次元透視は、医学のみならず生科学分野の発展に大きく貢献してきた。近赤外光による生体透視は、血中ヘモグロビンをコントラスト物質として、内出血部、感染炎症部、腫瘍新生血管部などを可視化できることから臨床上の価値が高い。さらに、実験動物の内部構造を非侵襲的に可視化できれば、解剖数を大きく低減することが可能となる。そのため、光による生体の 3 次元透視の実現が待たれているが、現在のところ、広く普及した実用例はほとんどない。その主因として、生体組織における光散乱により、画像品質がきわめて悪いことがあげられる。つまり光透視画像では、深部の吸光構造は顕著にぼけ、浅部に広がった低吸光構造との識別が困難となる。この問題を解決するため、光による断層像再構成 (光 CT) が試みられてきた。しかし、マクロな臓器の光透視では、大容量計算や大がかりな装置を用いても空間分解能が悪く、根本的な解決にはなっていない。もし、散乱の影響を効果的に抑制することができれば、比較的簡易な装置と簡便な方法で、光による生体の 3 次元透視が可能となる。本研究は、このように社会的にも要請の高い課題に対し、独自の散乱抑制法を適用し、光による 3 次元透視を実現する手法の開発をめざしたものである。本論文では、新たに考案した原理やそれを可能とする装置、および提案手法実現可能性の実証結果等について述べている。

散乱抑制は、点拡がり関数 (point spread function, 以下 PSF) によるデコンボリューション処理を基本とする。筆者はまず、散乱体内部の点光源に対して導出された PSF が、生体透視における吸光像の散乱抑制にも応用可能なことを見出し、生体試料によりその有用性を示した。また、この PSF は散乱体表面からの吸光構造の深さに依存して変化するため、散乱抑制には吸光構造の深さが必要となる。そこで筆者は、対象吸光構造の深さが未知の場合でも散乱抑制効果が得られる方法を新たに考案した。この方法により、一方向から撮影した光透視像をもとに、散乱効果の抑制された投影像が得られる。この操作を、多方向から撮影した光透視像に適用すれば、フィルタ補正逆投影法により断層像が再構成され、3 次元透視像を構築することができる。

筆者は、第一にこの提案手法の有効性を、コンピュータシミュレーションより確認した。次に、提案手法を実現する実験システムを構築し、構造既知の生体模擬ファントムを用いて、その実現可能性を実証した。さらに、実験動物用に工夫を凝らしたアプリケータを考案し、麻酔下マウスを用いて提案手法の生体適用性を検証した。その結果、単なる透視像からの再構成では可視化不可能だった腎臓等の体内臓器を、光により明確に 3 次元透視イメージングすることに成功した。本研究は、現在までに報告されているものとは根本的に異なる新たな光 CT 手法を開発したものである。

この原理は、比較的簡易な装置で実現でき、撮影および画像再構成も簡便なことから、実用性の高いものと考えられる。

これを要するに、筆者は光による新たな3次元生体透視イメージング手法を考案するとともに、シミュレーションや実験的検討をとおし、その有効性ならびに実用性を実証した。これらの成果は、光による生体計測ひいては生体医工学のさらなる発展に貢献するところ大なるものがある。よって筆者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。