



Title	3D biological tissue shape reconstruction dealing with motion and deformation based on medical images
Author(s)	福田, 紀生
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/101778">https://doi.org/10.18910/101778</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名 ( 福田 紀生 )	
論文題名	3D biological tissue shape reconstruction dealing with motion and deformation based on medical images (医用画像に基づく変形・移動に対応した3次元生体組織形状の復元)
論文内容の要旨	
<p>This dissertation focuses on methods for reconstructing 3D biological tissue shapes from medical images, addressing challenges associated with intra-individual dynamic deformation and inter-individual static variation. Dynamic deformation arises from movements caused by spontaneous motion or external forces, while static variation reflects individual anatomical differences. These challenges require distinct approaches to restore 3D tissue shapes accurately.</p> <p>The first study proposes a method for reconstructing 3D ultrasound images during surgery. It uses a biplane probe to track tissue movement caused by compression. This approach enables real-time correction of non-cyclic motion and achieves high accuracy without relying on external position sensors, improving the system's practicality.</p> <p>The second study develops a tool to efficiently generate labeled datasets by allowing operators to deform template shapes based on 3D medical images. This method reduces annotation time and enables non-specialist users to produce datasets suitable for training machine learning models. These datasets have been shown to enhance model performance compared to those generated by conventional expert-based methods.</p> <p>The third study presents a statistical model for estimating muscle attachment sites using patient-specific bone shapes. By incorporating anatomical variation observed across multiple specimens, this method enables accurate estimation of attachment sites, supporting applications such as personalized musculoskeletal modeling.</p> <p>These studies provide practical solutions for addressing the effects of motion and deformation in 3D tissue shape reconstruction. The results improve the accuracy and efficiency of data generation and shape analysis in medical image processing, supporting diagnosis and treatment planning applications.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( 福田 紀生 )	
	(職) 氏名
論文審査担当者	主査 教授 伊野 文彦 副査 教授 八木 康史 副査 教授 長原 一 副査 教授 佐藤 嘉伸 (奈良先端科学技術大学院大学)

## 論文審査の結果の要旨

本学位論文は、医用画像から3次元の生体組織形状を再構築する方法に焦点を当て、同一患者の動的変位(移動)および異なる患者間の静的変異(変形)に関する課題に取り組んでいる。動的変形は、自発的な動きや外力による組織の移動に起因し、静的変異は個々の解剖学的な違いを反映する。本論文は、これらの課題に対処し、正確な3次元組織形状を復元するための手法をまとめたものであり、抽出性能の評価および効率的な学習データの活用方式に関して、以下の3つの研究成果を得ている。

## 1. 外力による動的変位に対応した前立腺の3次元形状再構築

学位論文の2章では、前立腺の3次元超音波画像を再構築する方法を提案している。提案手法は、直交する2つの断面画像を得られるバイプレーンプローブを用い、プローブの操作に伴う前立腺組織の動きを追跡することで、非周期的な動的変位を実時間で補正し、高精度な再構築を実現している。本章では、提案手法が外部の位置センサに依存することなく、より正確な局所療法を可能とし、再構築システムの実用性を向上できることを論じている。

## 2. 変形の制御による患者間静的変異補正に基づく効率的な筋骨格形状生成ツール

3章では、3次元医用画像におけるテンプレート形状を変形させることで患者間静的変異を補正し、筋骨格ラベル付きデータを生成するツールを提案している。本ツールは、深層学習に基づく自動セグメンテーションにより、アノテーションに要する時間を短縮するだけでなく、医学の非専門家が機械学習モデルの学習に適したデータセットを作成することを可能としている。専門家が生成したデータセットとの比較により、本ツールによるデータセットはモデルの性能向上に寄与し、多様な画像モダリティや解剖学的構造に適応できることを示している。

## 3. 筋付着部位推定のための患者間静的変異の統計モデル

4章では、患者ごとの骨の形状を用いて患者間静的変異を補正し、股関節の筋付着部位を推定する統計モデルを提案している。提案モデルは、複数の標本から観察された解剖学的変異を取り入れることで、付着部位を高精度に推定し、患者ごとの筋骨格モデリングなどの応用を支援する。確率的アトラスがCT像から再構築した骨形状モデルに基づいて患者固有の筋付着部位を推定するのに有用であることを示している。

以上のように、本学位論文で得られた研究成果は、3次元組織形状の再構築における移動や変形の影響に対処するための実用的な解決策を提供している。本研究の成果により、医用画像処理におけるデータ生成や形状解析の精度および効率が向上し、医用画像認識の性能向上ならびに学習データ作成の効率化により診断や治療計画の支援に貢献する。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。