九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

A study on mapping methods of human organ models onto target spaces for the systematization of human organs

宮内, 翔子

https://doi.org/10.15017/1931933

出版情報：Kyushu University, 2017, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

（別紙様式 2）

氏　　名　：宮内 翔子

論 文 名　：A study on mapping methods of human organ models onto target spaces for the systematization of human organs
（人体臓器体系化のための臓器モデルの目標空間への写像法に関する研究）

区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

医用画像取得装置の精度向上に伴い，高解像度の医用画像が取得可能になりつつある．これに伴い，高解像度画像から作成された，人体臓器のメッシュモデル(以後，臓器モデルと呼ぶ）を用いた，治療・診断システムが普及しつつある．異なる個体から作成された同一臓器のモデル間では，大まかな形状は類似しているが，患者の年齢・症例などによって，その形状は多様である．このような組織形状の共通性と多様性を，統計解析に基づいてモデル化したものに，統計的形状モデルがある．統計的形状モデルを対象組織形状の事前知識として用いることで，医用画像から対象組織を安定して抽出することができ，人工股関節手術計画支援システムや，骨折前の大腿骨・骨盤形状推定システムなど，コンピュータ支援診断・治療への応用も行われている．

この統計的形状モデルを作成する際は，異なる個体の臓器モデル群に対して，モデル間の対応付けを行う必要がある．しかし，医用画像から作成された臓器モデルは，モデルごとにメッシュ構造が異なり，形状も複雑であるため，臓器モデル間を直接対応付けることは困難である．そこで，複雑な形状を有する臓器モデルを，平面や球面など単純な形状を有する目標空間内へ写像し，目標空間内でモデル間を対応付ける手法がある．この写像による対応付けを高精度に行うためには，次の４つの条件を満たす写像法が必要である：1)モデルと目標曲面の一対一写像，2)解剖学的特徴を有する領域の写像位置制御，3)写像前後における幾何特徴量の保存，4)目標空間の形状の多様性．しかし，これら全ての条件を満たす写像法は，これまでに構築されていない．

そこで本研究では，この４条件全てを満たす写像法の構築を行った．ここで，人体臓器は，内部が空洞な管腔臓器と，内部にも臓器を有する実質臓器の２つに大きく分類される．管腔臓器を体系化する際は，表面形状のみが解析対象となるため，臓器表面のみに頂点が存在する表面モデルとして各臓器を表現できる．一方，実質臓器を扱う場合は，表面形状に加え，内部臓器の構造も解析する必要があるため，内部にまで頂点を有するボリュームモデルとして臓器を表現する必要がある．このような人体臓器モデルの体系化を実現するためには，表面モデルとボリュームモデル両方に対する写像法が必要となる．そこで，4条件全てを満たす表面モデルの目標曲面への写像法modified Self-organizing Deformable Model (mSDM)を構築後，mSDMを高速化することでFast mSDMを構築した．さらに，Fast mSDMを拡張することで，ボリュームモデルの目標体への写像法volumetric SDM (vSDM)を構築した．さらに，これらの手法を用いて臓器モデル間の対応付けを行い，表面モデルとボリュームモデルの統計的形状モデルがそれぞれ作成できることを確認した．

本論文は，４章から構成される．第１章は序論であり，本研究の背景と目的について述べた後，関連研究を紹介する．第２章では，新たに構築した4条件を満たす表面モデル写像法mSDMについて述べた後，mSDMを高速化したFast mSDMについて述べる．さらに，Fast mSDMを用いて形状が複雑な脳や穴を有する椎骨の対応付けを行い，統計的形状モデルが作成できることを示す．第３章では，Fast mSDMを拡張することで構築した，ボリュームモデルの目標体への写像法vSDMについて述べ，vSDMを用いて脳ボリュームモデルの統計的形状モデルが作成できることを示す．第４章では結論として，本論文で得られた結果を総括している．