

## 論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 後藤 隆 男

(1,500字程度とし、1行43文字で記入)

MRIの性能と機能の向上により、操作は複雑化し、また、一人あたりの撮像枚数も増えつつある。しかし、検査時間は従来通りであるため、MRIを操作するオペレータの負担は年々増大し、操作を自動化する要望が高まっている。MRI撮像の一連の流れであるMRIワークフローの改善は、検査を効率化するとともに、操作を行う技師による操作のばらつきを抑えることができる点で大きな意義がある。本論文ではこうした背景を受けて、上記ワークフローの改善を実現するため、肝臓検査に関する三つの項目を検討したものである。第一の項目は、肝臓の撮像面を自動で計画する手法である。肝臓の撮像面は、上部端から下部端までをカバーするように撮像断面位置を設定する。MRIを操作するオペレータは、肝臓の全体像が含まれるように時間をかけて撮像断面位置の設定を行う。本研究では、この撮像断面位置の設定を自動化することを目的とする。第二の項目は、肝臓造影検査におけるボーラストラッカーの自動設定である。ボーラストラッカーとは、造影剤の到達を検知するマーカーであり、このトラッカーの設定は、三次元的な構造を持つ大動脈内に設定する必要があるため、多くの手間を要する作業となっている。第三の項目は、肝臓の動き補正に用いられるナビゲータトラッカーの自動設定である。このトラッカーは、呼吸に伴う肝臓の動きをMR信号でモニターする領域を設定するものであり、肝臓の最上位位置付近に設定する必要がある。ボーラストラッカーと同様にワークフローを低下させる作業の一つである。以上の三つの項目は腹部検査において特に時間を要する検査のため、これらを改善することができれば、MRIワークフローの大幅な改善が期待できる。

本研究で得られた成果は以下の通りである。

- 1) 肝臓の撮像面を自動で計画する方法に関して、本研究では計算時間を短縮するため、三次元データを処理するのではなく、二次元投影像に変換してから計算処理を行う方法を検討した。コロナル投影像における肝臓の輪郭を抽出するためにActive Shape Model (ASM) を応用した。また、肝臓の変形に対応するためにMAP推定(Maximum a posteriori estimation)による方法を提案した。本研究の手法を22例のボランティアに適用した結果、実用化への目途を立てることができた。
- 2) 肝臓造影検査におけるボーラストラッカーの自動設定では、大動脈が軸位面において、上から下へ脊椎の周りに反時計周りで配置されることを利用し、初めに脊椎の位置を検出し、その後に、その周りをアンサンブル機械学習手法のひとつであるAd

aBoost を利用して大動脈の位置を検出した。その結果、脊椎の位置は高い成功率で検出可能であり、AdaBoost による大動脈の識別器は、肺から下腹部までの変化に富む画像中の大動脈を90 %以上の識別率で検出することに成功した。

- 3) 肝臓の動き補正に用いられるナビゲータトラッカーの自動設定に関して、本研究では、体躯の寸法、および注目領域の画像特徴から肝臓の位置を絞り、最終的にAda Boost 識別器によって肝臓上部エッジ点を抽出する方法を提案した。126人のボランティアおよび73人の患者データに対して評価を行った結果、本手法が有効に働くことを確認した。

以上、MRI ワークフローの改善として、撮像断面の自動位置決めに関する研究を行った。十分に実用的である結果も得られており、今後は臨床の場でMRI ワークフローの改善に寄与することが期待される。

本論文については、2014年8月19日に921講義室において、審査員全員およびこの分野に関連する研究者出席のもと公聴会が開催され、研究内容に関する発表と質疑が行われた。その後、学位審査委員会が開催され、本論文の内容を詳細に検討した。その結果、本研究は、MRIのワークフローを改善する新たな提案を示しており、この研究過程において新しい知見が得られたと認められ、本論文は工学的に価値があるもので、研究内容の学術レベルおよび研究の独創性・実用性においても優れていると判断した。

よって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値するものと認める。