

Title	MR画像を用いた股関節軟骨の3次元再構成と定量化に関する研究
Author(s)	窪田, 哲也
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155469
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	窪 田 哲 也
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 14717 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	MR 画像を用いた股関節軟骨の3次元再構成と定量化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 田村 進一 (副査) 教授 橋本 昭洋 教授 北橋 忠宏

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、MR 断層画像から股関節軟骨領域をサブ画素精度で抽出し、3次元形状の再構成を行なう方法を提案した。さまざまな3次元形状再構成に関する研究がすすめられており、その代表的な方法として、1方向から撮影された断層画像を積み重ねることで再構成を行なう方法があるが、股関節軟骨は球状形状の太腿骨頭表面に薄く張り付いているため、太腿骨頭の端を描出したスライス画像ではパーシャルボリューム効果の影響が大きくなり、再構成の精度に問題があると考えられる。そこで本研究では、MR 画像のスライス幅に応じた方法を提案した。

パーシャルボリューム効果の影響が大きいと思われるスライス幅の画像に対しては、2方向から撮影されたMR画像を sinc 内挿法を用い2倍のサイズに拡大し、ガウス方向2次微分フィルタを用いサブ画素精度で股関節軟骨領域を抽出した。抽出した軟骨領域の表面データを内側(太腿骨頭側)と外側(骨盤側)に分け、それぞれに対してBスプライン当てはめを行ない3次元形状再構成を行ない、それらを統合することで股関節軟骨の3次元形状表現を行なった。その結果、パーシャルボリューム効果の影響を軽減した上で、軟骨の厚み分布情報の提供が可能であった。

比較的パーシャルボリューム効果の影響が少ないMR画像では、1方向のMR画像に対して画像サイズを2倍に、スライス幅をピクセルサイズになるように sinc 内挿法を用い内挿処理を施す。軟骨領域抽出には、多重解像度3次元シートフィルタを用いた。股関節軟骨は球形状をしているが、局所的には平面であると仮定し3次元的な平面を抽出することで軟骨領域の抽出を行なった。その結果、上記提案手法において、これまで人が行っていた操作の量を減らし、半自動的に軟骨領域の抽出、および厚み測定が可能となった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

股関節軟骨の厚さを測定することは、股関節疾患の病状を知る上で重要な情報を与えてくれる。しかしながらその厚さが薄い故に、MRI 画像を用いて股関節軟骨の厚さを測定することは、従来困難であった。本論文では、MRI の撮影条件と輪郭抽出法を工夫し、精度よく軟骨厚さを3次元的に計測・形状復元できる手法を開発し、その検証を行っている。

本論文の新規性、および有効性は以下の点にある。

1. スライス幅が厚いMR画像に対しては；

- (1) 薄面形状である軟骨の領域抽出には、画素単位では精度に問題があるため、エッジ検出フィルタであるガウス方向2次微分フィルタを用いて、サブ画素単位での領域抽出法を提案している。
- (2) 2方向の画像から得られた軟骨表面座標情報を取得し、球座標上のBスプライン関数で表現した閉局面モデルに当てはめ、再構成する方法を提案している。
- (3) 生成画像の実験を通して、パーシャルボリューム効果が軽減されていることを確認し、実画像の実験では、表面形状が正しく反映されていることを確認している。

2. スライス幅が薄いMR画像に対しては；

- (1) パーシャルボリューム効果の影響が比較的少ないことから、3次元的な軟骨領域抽出法について述べている。具体的には、ガウス関数型ヘシアン行列を用いた平面検出フィルタを用いて、股関節軟骨領域の半自動検出法を提案している。
- (2) 生成画像を用いた実験を通して、提案手法による領域抽出、および厚み推定の有効性を確認し、摘出骨頭の実画像では軟骨形状の再現性を確認し、体内軟骨へは提案手法を実際に適用した結果を示している。

以上のように、本論文はMR撮影において撮影時間、S/N比という制約の下で得られる画像に対して最適な方法を提案し、精度の検証を行うとともに、臨床的效果を確認している。よって、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。