



Title	Studies on MRI Artifact Cancellation
Author(s)	Aghaeizadeh, Zoroofi Reza
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40725">https://hdl.handle.net/11094/40725</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	アガハエザデハ ゾロオフィ レザ AGHAEIZADEH ZOROOFI REZA
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 13737 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10年3月25日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 医学研究科内科系専攻
学 位 論 文 名	Studies on MRI Artifact Cancellation (MRI アーチファクトの除去に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 田村 進一  (副査) 教 授 中村 仁信    教 授 井上 俊彦

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【目的】

最近では、MRI 検査において、患者の動きのアーチファクトに感受性の低い MR 画像を得るために、いくつかの高速の画像技術が導入され始めている。しかし、高速画像技術の主な欠点は、従来のスピネコー (SE) 法の場合と比較して、出力画像の画質が低品質であることである。つまり、SNR (signal to noise ratio), CNR (contrast to noise ratio) が低い。これは、測定時間が長いにもかかわらず、一般の臨床検査において、今なお従来の SE 画像が広く用いられている理由である。しかしながら、標準的な SE 法による一連の画像の収集には数分かかるため、この方法では患者の動きによるアーチファクトがしばしば生じる。たとえば頭部の動きは臨床検査においてしばしばみられ、脳の MR 画像の質を不鮮明にしている。これは、失見当識や外傷のある患者、子供、幼児などではより大きな問題である。以上がこの研究を行う動機である。したがって、本研究の目的は、以上の重要な問題を解決し得る頑健な手法を開発することであり、具体的には、対象物の未知の平面上での一定の動きに起因する SE 法の MRI アーチファクトを除去する新しく、実質的で、実用可能なコンピュータによる後処理のアルゴリズムを開発することである。さらに、開発した後処理の手法は、動きのアーチファクトを除去するために、MRI 機器におけるソフトウェアツールに組み込まれて用いられることを目的としている。

### 【方法と成績】

スピナープ法を用いる際に、緩和時間を無視すると、MRI 信号は画像平面における対象物のプロトン密度分布のフーリエ変換とみなすことができる。MRI データ測定時の対象物の動きは、read-out 方向 (kx) と phase-encoding 方向 (ky) の時間に関する関数としてみなされる。しかしながら、各 intra-view effect, すなわち kx と関連した imaging time は、極めて早く起こっているために (ミリ秒単位), 動きの殆どのタイプでは、ky 方向への影響を無視することができる。従って、この研究において、平面的な剛体運動のパラメータは、いわゆる inter-view effect と呼ばれる時間単位 ky についてのみ仮定した。剛体運動は回転と平行移動の組合せにより表すことができる。数学的なモデルは、MR スキャンの間の対象物の平面上の動きが、各々サンプリングを不均一にし、MRI 信号での位相誤差を生じることを示している。本研究は以下の3段階よりなっている：(I)パラメータ既知の平面内の動きに対して、双一次補間と重ね合わせ法に基づいた再構成のアルゴリズムにより MRI アーチファクトを取り除く。(II)既知

の回転角度と未知の平行移動による平面的な剛体運動に対して（未知の回転中心を含む）、まず重ね合わせ双一次補間アルゴリズムを用いて、画像平面の中心での回転を引き起こすアーチファクトを除去する。次に、位相補正アルゴリズムを当てはめることにより、位相誤差を減少する。剛体運動の未知パラメータを評価するために、最小エネルギー法を用いた。これは平面上の剛体運動が、回転を伴う運動の場合には、復元画像の対象領域外にエネルギーが漏れ出すという事実を用いた。シミュレーション MRI データおよびファントムデータを用いた実験により、以上の開発した方法の有用性を確認した。さらに、臨床的に提案手法を用いるために、2人の正常被検者における頭部の動きから、未知の剛体運動によるアーチファクトを除去し、画像の復元が可能であることを確かめた。

#### 【総括】

本研究においては、MRIにおける体動アーチファクトの除去について研究を行った。MR データ測定間の患者の動き（inter-view effect）によるアーチファクトは、位相誤差および MR k-space における不均一サンプリングによるものであることが、数学的に示された。さらに、モデル化することで、動きの未知パラメータを評価し、アーチファクトの混入したデータの再構成を行うことができた。シミュレーションデータおよびファントム実験に対する頑健なアーチファクト除去と同様に、実際の MR スキャンにおける被検者の脳画像のアーチファクトの十分な除去が行えたことにより、この研究における提案手法が有用であることが確認できた。本研究における次の段階は、未知の3次元剛体運動による MRI アーチファクトを減少するために現在の手法を拡張すること、および MRI 検査装置のソフトウェアに後処理アーチファクト除去ツールとして、アルゴリズムを加えることである。

#### 論文審査の結果の要旨

患者の体動により生じる MRI のアーチファクトは、医学的診断の妨げとなる。本研究では、体動により生じる MRI のアーチファクトを減少する新しい方法を開発している。スピネコー（SE）法を用いると、他の方法と比較し、かなり高解像度の MR 画像を得ることができる。しかし、SE 法は測定時間が比較的長くなるため、患者の体動による影響が大きい。患者の動きは頭部の回転や平行運動のような剛体的のものや、呼吸、心血管系、胃腸系の動きのような収縮、拡張を伴うものがある。これらの動きは、一般に3次元時空間の未知の関数で表される。本研究は、2次元平面における剛体運動により生じる MRI アーチファクトに焦点をあて、アーチファクトを除去するアルゴリズムを開発している。計算機シミュレーション、ファントム実験、2人の正常被検者による実際の MR 画像のいずれにおいても、有効にアーチファクトを除去することが示され、画像の再構成に成功している。本研究は、MR 画像診断におけるアーチファクトの除去の新しいアルゴリズムを開発し、今後広く応用される可能性があるものである。以上のように、本研究は、医学における画像診断において価値があり、学位を授与するに十分値する研究であると考えられる。