

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7319193号  
(P7319193)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類 F I  
A 6 1 B 5/055(2006.01) A 6 1 B 5/055 3 1 1  
A 6 1 B 5/055 3 8 0

請求項の数 20 (全22頁)

(21)出願番号	特願2019-553510(P2019-553510)	(73)特許権者	590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ Koninklijke Philips N.V. オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイ ン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2 High Tech Campus 52, 5 6 5 6 AG Eindhoven, N etherlands
(86)(22)出願日	平成30年3月30日(2018.3.30)	(74)代理人	110001690 弁理士法人M&Sパートナーズ
(65)公表番号	特表2020-512143(P2020-512143 A)	(72)発明者	ボルネート ベーター オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイ ン ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
(43)公表日	令和2年4月23日(2020.4.23)		最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/058320		
(87)国際公開番号	WO2018/178347		
(87)国際公開日	平成30年10月4日(2018.10.4)		
審査請求日	令和3年3月29日(2021.3.29)		
審判番号	不服2022-151113(P2022-151113/J 1)		
審判請求日	令和4年9月26日(2022.9.26)		
(31)優先権主張番号	17163899.2		
(32)優先日	平成29年3月30日(2017.3.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関			

(54)【発明の名称】 解剖学的領域のための磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリの選択

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

関心領域内の対象者から磁気共鳴フィンガープリンティング(MRF)磁気共鳴データを取得するための磁気共鳴イメージングシステムであって、前記磁気共鳴イメージングシステムが、

前記磁気共鳴イメージングシステムを制御するためのプロセッサと、

マシン実行可能命令及びMRFパルスシーケンスコマンドを格納するためのメモリであって、前記MRFパルスシーケンスコマンドが、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従って前記MRF磁気共鳴データを取得するように前記磁気共鳴イメージングシステムを制御する、メモリと

を備え、

前記マシン実行可能命令の実行が、前記プロセッサに、

前記MRFパルスシーケンスコマンドにより前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって前記関心領域の前記MRF磁気共鳴データを取得し、前記MRF磁気共鳴データからMRFフィンガープリントを再構成することと、

前記関心領域を描写する磁気共鳴データを受け取ることと、

解剖学的モデルを使用して前記磁気共鳴データにおける前記関心領域内の解剖学的領域を識別することと、

前記解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択することであ

って、前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが、前記解剖学的領域の各々に固有の1組の所定の物質に対する計算されたMRF信号のリストを含む、選択することと、

前記MRフィンガープリントと前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して前記解剖学的領域の各々に対して前記所定の物質の組成マッピングを計算することであって、前記組成マッピングが前記解剖学的領域の各々内の**ボクセルの空間平均**である、計算することと

を行わせる、磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項2】

前記マシン実行可能命令の実行により、空間平均化が、

10

前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算する前に、画像空間における前記解剖学的領域の各々内の磁気共鳴フィンガープリントのボクセルごとの平均化を実行すること、

前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算した後に、前記組成マッピングのボクセルごとの平均化を実行すること、及び

前記組成マッピングが前記解剖学的領域の各々についての前記ボクセルに最良フィットするように前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算すること

のうちの任意の1つを使用して実行される、請求項1に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

20

【請求項3】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、

前記解剖学的領域から選択された解剖学的領域内のボクセルごとに組成分布を決定することと、

異常なボクセルの前記組成分布が所定のしきい値を超えて前記解剖学的領域の各々内の前記空間平均と異なる場合、前記解剖学的領域内の前記異常なボクセルを異常であるとして識別することと

を行わせる、請求項1に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項4】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、前記磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリによる異常組織磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用することによって前記異常なボクセルの各々に対して異常なボクセル組成を決定させる、請求項3に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

30

【請求項5】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、

前記解剖学的領域の各々の間の境界ボクセルを識別することと、

前記境界ボクセルの各々に隣接する解剖学的領域ごとに前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して、前記境界ボクセルの各々についての部分的ボクセル組成マッピングを計算することと、

を行わせる、請求項1に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

40

【請求項6】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、前記関心領域のB1+マッピングを受け取らせ、前記マシン実行可能命令の実行が、前記プロセッサに、前記B1+マッピングを使用して前記組成マッピングを補正させる、請求項1に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項7】

前記メモリが、B1+マッピング磁気共鳴イメージングプロトコルに従ってB1+マッピング磁気共鳴データを取得するためのB1+マッピングパルスシーケンスコマンドを更に含み、前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、

前記B+マッピングパルスシーケンスコマンドにより前記磁気共鳴イメージングシステ

50

ムを制御することによって前記 B 1 + マッピング磁気共鳴データを取得することと、

B 1 + マッピング磁気共鳴イメージングプロトコルに従って前記 B 1 + マッピング磁気共鳴データを使用して前記 B 1 + マッピングを再構成することと

を行わせることによって前記 B 1 + マップを受け取らせる、請求項 6 に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項 8】

前記マシン実行可能命令の実行が、前記プロセッサに、前記 M R F 磁気共鳴データを使用し、B 1 + マッピング磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して、前記 B 1 + マップを再構成することによって前記 B 1 + マップを受け取らせ、前記 B 1 + マッピング磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが、B 1 + マッピング値のエントリを含む、請求項 6 に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

10

【請求項 9】

前記メモリが、M R イメージングプロトコルによるイメージングパルスシーケンスコマンドを更に含み、前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、

前記イメージングパルスシーケンスコマンドにより前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することによってイメージング磁気共鳴データを取得することと、

前記 M R イメージングプロトコルに従って前記イメージング磁気共鳴データから前記少なくとも 1 つの磁気共鳴画像を再構成することと

を行わせることによって前記少なくとも 1 つの磁気共鳴画像を受け取らせる、請求項 1 に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

20

【請求項 10】

前記解剖学的モデルが、変形可能モデル及び解剖学的アトラスのうちの任意の 1 つである、請求項 1 に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項 11】

前記解剖学的モデルが、モデル領域と、前記 1 組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリからの前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリの選択との間のリンクを含む、請求項 1 に記載の磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項 12】

関心領域内の対象者から磁気共鳴フィンガープリンティング (M R F) 磁気共鳴データを取得するための磁気共鳴イメージングシステムの作動方法であって、前記方法が、

30

M R F パルスシーケンスコマンドにより前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって前記関心領域の前記 M R F 磁気共鳴データを取得するステップであって、前記 M R F パルスシーケンスコマンドが、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従って前記 M R F 磁気共鳴データを取得するように前記磁気共鳴イメージングシステムを制御し、前記 M R F 磁気共鳴データから M R フィンガープリントを再構成するように構成される、取得するステップと、

前記関心領域を描写する磁気共鳴データを受け取るステップと、

解剖学的モデルを使用して前記磁気共鳴データにおける前記関心領域内の解剖学的領域を識別するステップと、

前記解剖学的領域の各々に対して 1 組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択するステップであって、前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが、前記解剖学的領域の各々に固有の 1 組の所定の物質に対する計算された M R F 信号のリストを含む、選択するステップと、

40

前記 M R フィンガープリントと前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して前記解剖学的領域の各々に対して前記所定の物質の組成マッピングを計算するステップであって、前記組成マッピングが前記解剖学的領域の各々内のボクセルの空間平均である、計算するステップと

を有する、方法。

【請求項 13】

50

空間平均化が、

前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算する前に、画像空間における前記解剖学的領域の各々内の磁気共鳴フィンガープリントのボクセルごとの平均化を実行すること、

前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算した後に、前記組成マッピングのボクセルごとの平均化を実行すること、及び前記組成マッピングが前記解剖学的領域の各々についての前記ボクセルに最良フィットするように前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して前記組成マッピングを計算すること

のうちの任意の1つを使用して実行される、請求項12に記載の方法。

10

【請求項14】

前記解剖学的領域から選択された解剖学的領域内のボクセルごとに組成分布を決定するステップと、

異常なボクセルの前記組成分布が所定のしきい値を超えて前記解剖学的領域の各々内の前記空間平均と異なる場合、前記解剖学的領域内の前記異常なボクセルを異常であるとして識別するステップと

を更に有する、請求項12に記載の方法。

【請求項15】

磁気共鳴イメージングシステムを制御するプロセッサによる実行のためのマシン実行可能命令を記憶する非一時的コンピュータ可読媒体であって、前記マシン実行可能命令の実行が、前記プロセッサに、

20

磁気共鳴フィンガープリンティング(MRF)パルスシーケンスコマンドにより前記磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって 関心領域のMRF磁気共鳴データを取得することであって、前記MRFパルスシーケンスコマンドが、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従って前記MRF磁気共鳴データを取得するように前記磁気共鳴イメージングシステムを制御し、前記MRF磁気共鳴データからMRフィンガープリントを再構成するように構成される、取得することと、

前記関心領域を描写する磁気共鳴データを受け取ることと、

解剖学的モデルを使用して前記磁気共鳴データにおける前記関心領域内の解剖学的領域を識別することと、

30

前記解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択することであって、前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが、前記解剖学的領域の各々に固有の1組の所定の物質に対する計算されたMRF信号のリストを含む、選択することと、

前記MRフィンガープリントと前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して前記解剖学的領域の各々に対して前記所定の物質の組成マッピングを計算することであって、前記組成マッピングが前記解剖学的領域の各々内のボクセルの空間平均である、計算することと

を行わせる、非一時的コンピュータ可読媒体。

40

【請求項16】

前記磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリによる異常組織磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用することによって前記異常なボクセルの各々に対して異常なボクセル組成を決定するステップ

を更に有する、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記解剖学的領域の各々の間の境界ボクセルを識別するステップと、

前記境界ボクセルの各々に隣接する解剖学的領域ごとに前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して、前記境界ボクセルの各々についての部分的ボクセル組成マッピングを計算するステップと、

50

を更に有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、  
前記解剖学的領域から選択された解剖学的領域内のボクセルごとに組成分布を決定することと、  
異常なボクセルの前記組成分布が所定のしきい値を超えて前記解剖学的領域の各々内の前記空間平均と異なる場合、前記解剖学的領域内の前記異常なボクセルを異常であるとして識別することと  
を行わせる、請求項 1 5 に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項 1 9】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、前記磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリによる異常組織磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用することによって前記異常なボクセルの各々に対して異常なボクセル組成を決定させる、請求項 1 8 に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項 2 0】

前記マシン実行可能命令の実行が、更に、前記プロセッサに、  
前記解剖学的領域の各々の間の境界ボクセルを識別することと、  
前記境界ボクセルの各々に隣接する解剖学的領域ごとに前記局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して、前記境界ボクセルの各々についての部分的ボクセル組成マッピングを計算することと、  
を行わせる、請求項 1 5 に記載の非一時的コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気共鳴イメージングに関し、特に、磁気共鳴フィンガープリンティングに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴フィンガープリンティング(MRF)は、時間的に分散された幾つかのRFパルスが印加され、その結果、異なる材料又は組織からの信号が測定磁気共鳴(MR)信号への固有の寄与を有する技法である。1組の又は固定数の物質からの事前計算された信号寄与の限定的なディクショナリが、測定MR信号と比較され、単一ボクセル内における組成が決定される。例えば、ボクセルが、水、脂肪、及び筋組織しか含まないことが分かっている場合、これらの3つの材料からの寄与しか考慮する必要がなく、ボクセルの組成を正確に決定するのに少数のRFパルスしか必要とされない。

【0003】

磁気共鳴フィンガープリンティング技法は、学術誌論文のMa等、「Magnetic Resonance Fingerprinting」、Nature、495巻、187~193頁、doi:10.1038/nature11971において紹介された。磁気フィンガープリンティング技法は、米国特許出願公開第2013/0271132A1号及び第2013/0265047A1号にも説明されている。

【発明の概要】

【0004】

本発明は、独立請求項において、磁気共鳴イメージングシステム、コンピュータプログラムプロダクト、及び方法を提供する。実施形態が従属請求項において与えられる。

【0005】

実施形態は、磁気共鳴フィンガープリンティングにおける整合プロセスの特異度を改善する方法を提供する。解剖学的モデルは、最初に、関心領域の磁気共鳴画像に整合又は重ね合わされる。次いで、解剖学的モデルを使用して、特定の解剖学的領域の局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択する。局所的磁気共鳴フィンガープリ

10

20

30

40

50

ンティングディクショナリを選択することには、特定の解剖学的領域に関連しない物質又は組織タイプを分析から除去するという利点がある。

【0006】

1つの態様では、本発明は、関心領域内の対象者から磁気共鳴フィンガープリンティング又はMRF磁気共鳴データを取得するように構成されている磁気共鳴イメージングシステムを提供する。磁気共鳴イメージングシステムは、磁気共鳴イメージングシステムを制御するためのプロセッサを備える。磁気共鳴イメージングシステムは、マシン実行可能命令とパルスシーケンスコマンドとを格納するためのメモリを更に備える。MRFパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従ってMRF磁気共鳴データを取得するように磁気共鳴イメージングシステムを制御するように構成される。

10

【0007】

マシン実行可能命令の実行は、プロセッサに、MRFパルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって関心領域のMRF磁気共鳴データを取得させる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、関心領域を描写する磁気共鳴データを受け取らせる。磁気共鳴データは、例えば、少なくとも1つの磁気共鳴画像である。代替として、それは、MRF磁気共鳴データ又は再構成されたMRフィンガープリントである。例えば、MRフィンガープリントはクラスタ化される。そのようなクラスタリングに由来するMRフィンガープリントのクラスタは関心領域を描写する。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、少なくとも1つの磁気共鳴画像又はクラスタ化MRフィンガープリントを解剖学的モデルに重ね合わせることによって、解剖学的モデルを使用して関心領域内の解剖学的領域を識別させる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択させる。

20

【0008】

局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリは、解剖学的領域の各々に固有の1組の所定の物質に対する計算されたMRF信号のリストを含む。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、MRF磁気共鳴データと局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して解剖学的領域の各々に対する所定の物質の組成マッピングを計算させる。好ましくは、最初のMRフィンガープリントは、MRF磁気共鳴データから再構成される。組成マッピングは、解剖学的領域の各々内の空間平均である。

30

【0009】

この実施形態は、関心領域を描写する磁気共鳴画像によって与えられる事前知識により、磁気共鳴フィンガープリンティングが行われる前に局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択することができるので有利である。これは、様々な解剖学的領域の組成のより正確な決定を可能にする。

【0010】

解剖学的モデルは、異なる例では異なる形態をとる。場合によっては、それは変形可能モデルとすることができ、次いで、それは、変形可能モデルの異なる領域のための局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリの選択にリンクされる。他の例では、解剖学的モデルは、解剖学的アトラスの形態をとることができ、次いで、それは、少なくとも1つの磁気共鳴画像にフィットされるか又は重ね合わされる。

40

【0011】

幾つかの例では、少なくとも1つの磁気共鳴画像は、MRF磁気共鳴データの前、間、又は直後に取得された画像である。少なくとも1つの磁気共鳴画像は、例えば、従来の磁気共鳴画像であるか、又はそれどころか従来の磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルを使用してMRF磁気共鳴データから作成された画像である。

【0012】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行により、空間平均化が、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算する前に、画

50

像空間における解剖学的領域の各々内の磁気共鳴フィンガープリントのボクセルごとの平均化を実行することによって実行される。

【 0 0 1 3 】

マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算した後に、組成マッピングのボクセルごとの平均化を実行することによる空間平均化を実行させる。マシン実行可能な命令の実行により、更に、空間平均化は、組成マッピングが解剖学的領域の各々についてのボクセルに最良フィットするように局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算することによって実行される。この実施形態には、組成マッピングを計算するとき、信号対雑音を大幅に向上又は改善するという利点がある。

10

【 0 0 1 4 】

幾つかの例では、空間平均化が実行されるとき、解剖学的領域間の境界域は排除される。これには、解剖学的領域内の空間平均を改善するという利点がある。

【 0 0 1 5 】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、解剖学的領域から選択された解剖学的領域内のボクセルごとに組成分布を決定させる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、異常なボクセルの組成分布が所定のしきい値を超えて解剖学的領域の各々内の空間平均と異なる場合、解剖学的領域内の異常なボクセルを異常であるとして識別させる。この実施形態は、解剖学的領域の各々に対する組成マッピングが、その特定の解剖学的領域に関して正常であると考えられるもののベースラインを作り出すのに使用されるので有利である。次いで、これらの解剖学的領域内の個々のボクセルは組成分布と比較され、解剖学的領域内の異常な領域を識別することが非常に容易になる。これは、例えば、異常な組織又は組成を有する領域を自動的に識別する際に有用である。

20

【 0 0 1 6 】

所定のしきい値は、例えば、設定されている絶対値であってもよく、又はある組成若しくは特定の組成の変化率であってもよい。

【 0 0 1 7 】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリによる異常組織磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用することによって異常なボクセルの各々に対して異常なボクセル組成を決定させる。この実施形態では、異常なボクセルが識別された後、磁気共鳴フィンガープリンティングが、再度、異なる磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して実行される。例えば、磁気共鳴フィンガープリンティングが実行されると、ディクショナリ内の多数の所定の物質又は組織タイプが分析を複雑にする。この実施形態では、特定の解剖学的領域が、最初に、識別され、次いで、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが選択される。次いで、異常なボクセルが識別され、次いで、異常なボクセルは、異なる磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを更に再度使用して磁気共鳴フィンガープリンティングの別のラウンドを受ける。例えば、特定の解剖学的領域内に、特定のタイプの異常な組織又は腫瘍が形成されている可能性がある。そこで、異常組織磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリはまた、特定の解剖学的領域に固有である。これは、解剖学的領域内の異常な組織の識別を大幅に改善する。

30

40

【 0 0 1 8 】

幾つかの実施形態では、組成マップの境界域内の異常なボクセルの識別が避けられる。例えば、2つの解剖学的領域間に境界がある場合、境界を検出し、次いで、境界の一定の近傍内のボクセルを異常なボクセル組成の決定から除外することが可能である。

【 0 0 1 9 】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、解剖学的領域の各々の間の境界ボクセルを識別させる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、境界ボクセルの各々に隣接する解剖学的領域ごとに局所的磁気共鳴フィンガープリ

50

ンティングディクショナリを使用して、境界ボクセルの各々に対して部分的ボクセル組成マッピングを計算させる。この実施形態では、ハイブリッドが使用され、境界が、1つを超えるタイプの解剖学的領域に属する組織、混合物、又は成分を含むことがあることを理解されたい。この例では、次いで、境界ボクセルの組成マッピングがより正確に実行されるように、適切な磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリが選択される。

#### 【0020】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、関心領域のB1+マッピングを受け取らせる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、B1+マッピングを使用して組成マッピングを補正させる。この実施形態は、磁気共鳴フィンガープリンティング技法が、解剖学的領域の各々内で空間的に平均化された組成マッピングを提供するので有利である。B1+場、送信RF場は、磁気共鳴イメージングシステムの物理的構成のために空間不均質性を有することがある。これは、B1+場の不均質性を補正する手段を提供する。

10

#### 【0021】

別の実施形態では、メモリは、B1+マッピング磁気共鳴イメージングプロトコルに従ってB1+マッピング磁気共鳴データを取得するためのB1+マッピングパルスシーケンスコマンドを更に含む。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、B+マッピングパルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによってB1+マッピング磁気共鳴データを取得することと、次いで、B1+マッピング磁気共鳴イメージングプロトコルに従ってB1+マッピング磁気共鳴データを使用してB1+マッピングを再構成することとを行わせることによってB1+マップを受け取らせる。

20

#### 【0022】

B1+マッピングMRプロトコルは、例えば、B1+マップを作成するために使用される方法である。これは、排他的ではないが、デュアル角度方法及び実フリップ角イメージング方法を含む。これは、幾つかの異なる位相ベース方法、例えば、スピネコー位相敏感、すなわち、SEPS方法、フリップ角及び位相を符号化するグラディエントエコーシーケンスによる複合励起パルス、又は更にBloch-Siegertシフト方法などを含む。

#### 【0023】

別の実施形態では、マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、MRF磁気共鳴データを使用し、B1+マッピング磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用してB1+マップを再構成することによってB1+マップを受け取らせる。予備の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリは、B1+マッピング値のエントリを含む。この実施形態は、関心領域の通常の磁気共鳴フィンガープリンティングを実行するプロセスがB1+マッピングを作り出すためにも使用されるので有利である。少なくとも1つの磁気共鳴画像はまた、MRF磁気共鳴データを使用し、一般的な磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを適用して得られることに留意されたい。この場合、同じデータが少なくとも1つの磁気共鳴画像を生成するために使用され、次いで、それを使用して、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択し、同時に、B1+マップが組成マッピングの解剖学的領域の各々内の空間平均の精度を更に補正できるのは何かを決定する。

30

40

#### 【0024】

別の実施形態では、メモリは、MRイメージングプロトコルによるイメージングパルスシーケンスコマンドを更に含む。MRイメージングプロトコルは、事実上、任意の磁気共鳴イメージングプロトコルとすることができ、それを使用して画像を作り出し、次いで、それは解剖学的モデルにフィットされる。これは、T1マップ、T2マップ、又はプロトン密度などを排除するのではなく含むことができる。

#### 【0025】

マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、イメージングパルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによってイメージング磁気共

50

鳴データを取得することと、次いで、MRイメージングプロトコルに従ってイメージング磁気共鳴データから少なくとも1つの磁気共鳴画像を再構成することとを行わせることによって少なくとも1つの磁気共鳴画像を受け取らせる。

【0026】

別の実施形態では、解剖学的モデルは、以下のもの、すなわち、変形可能形状モデルなどの変形可能モデル及び解剖学的アトラスのうちの任意の1つである。

【0027】

別の実施形態では、解剖学的モデルは、識別されたモデル領域と、1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリのセットからの局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリの選択との間のリンクを含む。

10

【0028】

別の態様では、本発明は、関心領域内の対象者からMRF磁気共鳴データを取得するための磁気共鳴イメージングシステムを操作する方法を提供する。この方法は、パルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって関心領域のMRF磁気共鳴データを取得するステップを有する。MRFパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従ってMRF磁気共鳴データを取得するように磁気共鳴イメージングシステムを制御するように構成される。この方法は、関心領域を描写する少なくとも1つの磁気共鳴画像を受け取るステップを更に有する。

【0029】

この方法は、解剖学的モデルを使用して関心領域内の解剖学的領域を識別するステップを更に有する。この方法は、解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択するステップを更に有する。局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリは、解剖学的領域の各々に固有の1組の所定の物質に対する計算されたMRF信号のリストを含む。この方法は、MRF磁気共鳴データと局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して解剖学的領域の各々に対する所定の物質の組成マッピングを計算するステップを更に有する。組成マッピングは、解剖学的領域の各々内の空間平均である。

20

【0030】

別の実施形態では、空間平均化は、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算する前に、画像空間における解剖学的領域の各々内の磁気共鳴フィンガープリントのボクセルごとの平均化を実行することによって実行される。

30

【0031】

別の実施形態では、空間平均化は、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算した後に、組成マッピングのボクセルごとの平均化を行うことによって実行される。

【0032】

別の実施形態では、空間平均化は、組成マッピングが解剖学的領域の各々についてのすべてのボクセルに最良フィットするように局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して組成マッピングを計算することによって実行される。

40

【0033】

別の実施形態では、この方法は、解剖学的領域から選択された解剖学的領域内のボクセルごとに組成分布を決定するステップを更に有する。

【0034】

この方法は、異常なボクセルの組成分布が所定のしきい値を超えて解剖学的領域の各々内の空間平均と異なる場合、解剖学的領域内の異常なボクセルを異常であるとして識別するステップを更に有する。

【0035】

別の態様では、本発明は、磁気共鳴イメージングシステムを制御するプロセッサによる

50

実行のためのマシン実行可能命令を含むコンピュータプログラムを提供する。マシン実行可能命令の実行は、プロセッサに、MRFパルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって関心領域のMRF磁気共鳴データを取得させる。MRFパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従ってMRF磁気共鳴データを取得するように磁気共鳴イメージングシステムを制御するように構成される。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、関心領域を描写する少なくとも1つの磁気共鳴画像を受け取らせる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、解剖学的モデルを使用して関心領域内の解剖学的領域を識別させる。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択させる。

10

## 【0036】

局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリは、解剖学的領域の各々に固有の1組の所定の物質に対する計算されたMRF信号のリストを含む。マシン実行可能命令の実行は、更に、プロセッサに、MRF磁気共鳴データと局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して解剖学的領域の各々に対する所定の物質の組成マッピングを計算させる。組成マッピングは、解剖学的領域の各々内の空間平均である。

## 【0037】

本発明の上述の実施形態のうちの1つ又は複数は、組み合わせられた実施形態が相互排他的でない限り、組み合わせられることを理解されたい。

20

## 【0038】

当業者には理解されるように、本発明の態様は、装置、方法又はコンピュータプログラムプロダクトとして具体化され得る。したがって、本発明の態様は、全面的にハードウェア実施形態、全面的にソフトウェア実施形態（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコード等を含む）又は本明細書においてすべて一般的に「回路」、「モジュール」若しくは「システム」と称され得るソフトウェア及びハードウェア態様を組み合わせた実施形態の形態をとり得る。更に、本発明の態様は、コンピュータ可読媒体上で具現化されたコンピュータ実行可能コードを有する1つ又は複数のコンピュータ可読媒体において具体化されたコンピュータプログラムプロダクトの形態をとり得る。

## 【0039】

1つ又は複数のコンピュータ可読媒体の任意の組み合わせが利用されてもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体又はコンピュータ可読ストレージ媒体でもよい。本明細書で使用される「コンピュータ可読ストレージ媒体」は、コンピューティングデバイスのプロセッサによって実行可能な命令を保存することができる任意の有形ストレージ媒体を包含する。コンピュータ可読ストレージ媒体は、コンピュータ可読非一時的ストレージ媒体と称される場合もある。コンピュータ可読ストレージ媒体はまた、有形コンピュータ可読媒体と称される場合もある。一部の実施形態では、コンピュータ可読ストレージ媒体はまた、コンピューティングデバイスのプロセッサによってアクセスされることが可能なデータを保存可能であってもよい。コンピュータ可読ストレージ媒体の例は、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ハードディスクドライブ、半導体ハードディスク、フラッシュメモリ、USBサムドライブ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み取り専用メモリ（ROM）、光ディスク、磁気光学ディスク、及びプロセッサのレジスタファイルを含むが、これらに限定されない。光ディスクの例は、例えば、CD-ROM、CD-RW、CD-R、DVD-ROM、DVD-RW、又はDVD-Rディスクといったコンパクトディスク（CD）及びデジタル多用途ディスク（DVD）を含む。コンピュータ可読ストレージ媒体という用語は、ネットワーク又は通信リンクを介してコンピュータデバイスによってアクセスされることが可能な様々な種類の記録媒体も指す。例えば、データは、モデムによって、インターネットによって、又はローカルエリアネットワークによって読み出されてもよい。コンピュータ可読媒体上で具現化されたコンピュータ実行可能コードは、限定されることはないが、無線、有線、光ファイバケーブル、RF等を含む

30

40

50

任意の適切な媒体、又は上記の任意の適切な組み合わせを用いて送信されてもよい。

【0040】

コンピュータ可読信号媒体は、例えばベースバンドにおいて又は搬送波の一部として内部で具体化されたコンピュータ実行可能コードを備えた伝搬データ信号を含んでもよい。このような伝搬信号は、限定されることはないが電磁気、光学的、又はそれらの任意の適切な組み合わせを含む様々な形態のいずれかをとり得る。コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読ストレージ媒体ではない及び命令実行システム、装置、若しくはデバイスによって又はそれと関連して使用するためのプログラムを通信、伝搬、若しくは輸送できる任意のコンピュータ可読媒体でもよい。

【0041】

「コンピュータメモリ」又は「メモリ」は、コンピュータ可読ストレージ媒体の一例である。コンピュータメモリは、プロセッサに直接アクセス可能な任意のメモリである。「コンピュータストレージ」又は「ストレージ」は、コンピュータ可読ストレージ媒体の更なる一例である。コンピュータストレージは、任意の揮発性又は不揮発性コンピュータ可読ストレージ媒体である。

【0042】

本明細書で使用される「プロセッサ」は、プログラム、マシン実行可能命令、又はコンピュータ実行可能コードを実行可能な電子コンポーネントを包含する。「プロセッサ」を含むコンピューティングデバイスへの言及は、場合により、2つ以上のプロセッサ又は処理コアを含むと解釈されるべきである。プロセッサは、例えば、マルチコアプロセッサである。プロセッサは、また、単一のコンピュータシステム内の、又は複数のコンピュータシステムの中へ分配されたプロセッサの集合体も指す。コンピュータデバイスとの用語は、各々が1つ又は複数のプロセッサを有するコンピュータデバイスの集合体又はネットワークを指してもよいと理解されるべきである。コンピュータ実行可能コードは、同一のコンピュータデバイス内の、又は複数のコンピュータデバイス間に分配された複数のプロセッサによって実行される。

【0043】

コンピュータ実行可能コードは、本発明の態様をプロセッサに行わせるマシン実行可能命令又はプログラムを含んでもよい。本発明の態様に関する動作を実施するためのコンピュータ実行可能コードは、Java（登録商標）、Smalltalk（登録商標）、又はC++等のオブジェクト指向プログラミング言語及びCプログラミング言語又は類似のプログラミング言語等の従来の手続きプログラミング言語を含む1つ又は複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれてもよい及びマシン実行可能命令にコンパイルされてもよい。場合によっては、コンピュータ実行可能コードは、高水準言語の形態又は事前コンパイル形態でもよい及び臨機応変にマシン実行可能命令を生成するインタプリタと共に使用されてもよい。

【0044】

コンピュータ実行可能コードは、完全にユーザのコンピュータ上で、部分的にユーザのコンピュータ上で、スタンドアロンソフトウェアパッケージとして、部分的にユーザのコンピュータ上で及び部分的にリモートコンピュータ上で、又は完全にリモートコンピュータ若しくはサーバ上で実行することができる。後者の場合、リモートコンピュータは、ローカルエリアネットワーク（LAN）若しくは広域ネットワーク（WAN）を含む任意の種類のネットワークを通してユーザのコンピュータに接続されてもよい、又はこの接続は外部コンピュータに対して（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用したインターネットを通して）行われてもよい。

【0045】

本発明の態様は、本発明の実施形態による方法、装置（システム）及びコンピュータプログラムプロダクトのフローチャート、図及び/又はブロック図を参照して説明される。フローチャート、図、及び/又はブロック図の各ブロック又は複数のブロックの一部は、適用できる場合、コンピュータ実行可能コードの形態のコンピュータプログラム命令によ

10

20

30

40

50

って実施され得ることが理解されよう。相互排他的でなければ、異なるフローチャート、図、及び/又はブロック図におけるブロックの組み合わせが組み合わせられてもよいことが更に理解される。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ又は他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサを介して実行する命令がフローチャート及び/又はブロック図の1つ又は複数のブロックにおいて指定された機能/行為を実施するための手段を生じさせるようにマシンを作るために、汎用コンピュータ、特定用途コンピュータ、又は他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサへと提供されてもよい。

【0046】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ可読媒体に保存された命令がフローチャート及び/又はブロック図の1つ又は複数のブロックにおいて指定された機能/行為を実施する命令を含む製品を作るように、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他のデバイスにある特定の 방법으로機能するように命令することができるコンピュータ可読媒体に保存されてもよい。

10

【0047】

コンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ又は他のプログラム可能装置上で実行する命令がフローチャート及び/又はブロック図の1つ又は複数のブロックにおいて指定された機能/行為を実施するためのプロセスを提供するように、一連の動作ステップがコンピュータ、他のプログラム可能装置又は他のデバイス上で行われるようにすることにより、コンピュータ実施プロセスを生じさせるために、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他のデバイス上にロードされてもよい。

20

【0048】

本明細書で使用される「ユーザインタフェース」は、ユーザ又はオペレータがコンピュータ又はコンピュータシステムとインタラクトすることを可能にするインタフェースである。「ユーザインタフェース」は、「ヒューマンインタフェースデバイス」と称される場合もある。ユーザインタフェースは、情報若しくはデータをオペレータに提供することができる及び/又は情報若しくはデータをオペレータから受信することができる。ユーザインタフェースは、オペレータからの入力によって受信されることを可能にしてもよい及びコンピュータからユーザへ出力を提供してもよい。つまり、ユーザインタフェースはオペレータがコンピュータを制御する又は操作することを可能にしてもよい、及びインタフェースはコンピュータがオペレータの制御又は操作の結果を示すことを可能にしてもよい。ディスプレイ又はグラフィカルユーザインタフェース上のデータ又は情報の表示は、情報をオペレータに提供する一例である。キーボード、マウス、トラックボール、タッチパッド、指示棒、グラフィックタブレット、ジョイスティック、ウェブコム、ヘッドセット、ペダル、有線グローブ、リモコン、及び加速度計を介したデータの受信は、オペレータから情報又はデータの受信を可能にするユーザインタフェース要素の全例である。

30

【0049】

本明細書で使用される「ハードウェアインタフェース」は、コンピュータシステムのプロセッサが外部コンピューティングデバイス及び/又は装置とインタラクトする及び/又はそれを制御することを可能にするインタフェースを包含する。ハードウェアインタフェースは、プロセッサが外部コンピューティングデバイス及び/又は装置へ制御信号又は命令を送ることを可能にしてもよい。ハードウェアインタフェースはまた、プロセッサが外部コンピューティングデバイス及び/又は装置とデータを交換することを可能にしてもよい。ハードウェアインタフェースの例は、ユニバーサルシリアルバス、IEEE 1394ポート、パラレルポート、IEEE 1284ポート、シリアルポート、RS-232ポート、IEEE 488ポート、ブルートゥース（登録商標）接続、無線LAN接続、TCP/IP接続、イーサネット（登録商標）接続、制御電圧インタフェース、MIDIインタフェース、アナログ入力インタフェース、及びデジタル入力インタフェースを含むが、これらに限定されない。

40

【0050】

50

本明細書で使用される「ディスプレイ」又は「ディスプレイデバイス」は、画像又はデータを表示するために構成された出力デバイス又はユーザインタフェースを包含する。ディスプレイは、視覚、音声、及び/又は触覚データを出力してもよい。ディスプレイの例は、コンピュータモニタ、テレビスクリーン、タッチスクリーン、触覚電子ディスプレイ、点字スクリーン、陰極線管(CRT)、蓄積管、双安定ディスプレイ、電子ペーパー、ベクターディスプレイ、平面パネルディスプレイ、真空蛍光ディスプレイ(VF)、発光ダイオード(LED)ディスプレイ、エレクトロルミネッセントディスプレイ(ELD)、プラズマディスプレイパネル(PDP)、液晶ディスプレイ(LCD)、有機発光ダイオードディスプレイ(OLED)、プロジェクタ、及びヘッドマウントディスプレイを含むが、これらに限定されない。

10

#### 【0051】

磁気共鳴(MR)データは、本明細書においては、磁気共鳴イメージングスキャン中に磁気共鳴装置のアンテナによって原子スピンにより発せられた無線周波数信号の記録された測定結果として定義される。予備磁気共鳴データは、医療イメージングデータの一例である。磁気共鳴(MR)画像は、本明細書においては、磁気共鳴イメージングデータ内に含まれる解剖学的データの再構成された2次元又は3次元視覚化として定義される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

以下において、本発明の好適な実施形態が、単なる例として次の図面を参照して説明される。

20

【図1】磁気共鳴イメージングシステムの一例を示す図である。

【図2】図1の磁気共鳴イメージングシステムを操作する方法を示す流れ図である。

【図3】MRF組成マッピング又はMRF画像の一例を示す図である。

【図4】図3の解剖学的領域内の予想及び測定されたT2分布値を示す図である。

【図5】図3の解剖学的領域内の予想及び測定されたT1分布値を示す図である。

【図6】MRF組成マッピング又はMRF画像の更なる例を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0053】

図において似通った参照番号を付された要素は、等価な要素であるか、同じ機能を実行するかのいずれかである。先に考察された要素は、機能が等価である場合は、後の図においては必ずしも考察されない。

30

#### 【0054】

図1は、磁石104をもつ磁気共鳴イメージングシステム100の一例を示す。磁石104は、ボア106がそれを貫通する超伝導円筒磁石である。異なるタイプの磁石の使用も可能であり、例えば、分割円筒磁石及びいわゆる開放磁石の両方を使用することも可能である。分割円筒磁石は、磁石のアイソ面へのアクセスを可能にするようにクライオスタットが2つのセクションに分割されていることを除いて、標準円筒磁石と同様であり、そのような磁石は、例えば、荷電粒子ビーム治療に関連して使用される。開放磁石は、2つの磁石セクションを有し、一方のセクションが他方のセクションの上方にあり、中間の空間は対象者を受け入れるのに十分な大きさであり、2つのセクションの配置はヘルムホルツコイルの配置と同様である。開放磁石は、対象者があまり閉じ込められないので評判がよい。円筒磁石のクライオスタットの内部には、超伝導コイルの集合がある。円筒磁石104のボア106内には、磁場が磁気共鳴イメージングを実行するのに十分強く均一であるイメージングゾーン108がある。関心領域109が、イメージングゾーン108内に示される。対象者118は、対象者118の少なくとも一部がイメージングゾーン108及び関心領域109内にあるように対象者支持体120によって支持されるものとして示される。

40

#### 【0055】

磁石のボア106内には、磁石104のイメージングゾーン108内で磁気スピンを空間的に符号化するために、予備磁気共鳴データの取得のために使用される磁場勾配コイル

50

110のセットもある。磁場勾配コイル110は、磁場勾配コイル電源112に接続される。磁場勾配コイル110は代表的なものであることが意図される。一般的に、磁場勾配コイル110は、3つの直交空間方向で空間的に符号化するためのコイルの3つの別個のセットを含む。磁場勾配電源は、電流を磁場勾配コイルに供給する。磁場勾配コイル110に供給される電流は、時間の関数として制御され、ランプされるか又はパルス化される。  
【0056】

イメージングゾーン108に隣接するのは、イメージングゾーン108内の磁気スピンの配向を操作するため及び同じくイメージングゾーン108内のスピンから無線伝送を受信するための無線周波数コイル114である。無線周波数アンテナは、複数のコイル素子を含む。無線周波数アンテナは、チャンネル又はアンテナとも呼ばれる。無線周波数コイル114は、無線周波数トランシーバ116に接続される。無線周波数コイル114及び無線周波数トランシーバ116は、別個の送信及び受信コイル並びに別個の送信機及び受信機と置き換えられる。無線周波数コイル114及び無線周波数トランシーバ116は代表的なものであることを理解されたい。無線周波数コイル114は、専用送信アンテナ及び専用受信アンテナをも表すように意図される。同様に、トランシーバ116は、別個の送信機及び受信機をも表す。無線周波数コイル114は、複数の受信/送信素子をも有し、無線周波数トランシーバ116は、複数の受信/送信チャンネルを有し得る。例えば、SENSEなどのパラレルイメージング技法が実行される場合、無線周波数コイル114は、複数のコイル素子を有する。

【0057】

トランシーバ116及び勾配コントローラ112は、コンピュータシステム126のハードウェアインタフェース128に接続されるものとして示される。コンピュータシステムは更に、ハードウェアシステム128と通信しているプロセッサ130と、メモリ134と、ユーザインタフェース132とを備える。メモリ134は、プロセッサ130にとってアクセス可能であるメモリの任意の組み合わせである。これは、フラッシュRAM、ハードドライブ、又は他のストレージデバイスなど、メインメモリ、キャッシュメモリ、更には不揮発性メモリなどのようなものを含む。幾つかの例では、メモリ134は、非一時的コンピュータ可読媒体であると見なされる。

【0058】

メモリ134は、磁気共鳴イメージングシステム100の動作及び機能を制御するために、プロセッサ130がコマンドを送受信できるようにするマシン実行可能命令140を含むものとして示される。メモリ134は更に、MRFパルスシーケンスコマンド142を含むものとして示される。MRFパルスシーケンスコマンドは、磁気共鳴フィンガープリンティングプロトコルに従ってMRF磁気共鳴データを取得するように構成される。

【0059】

メモリ134は、MRFパルスシーケンスコマンド142により磁気共鳴イメージングシステム100を制御することによって取得されたMRF磁気共鳴データを含むものとして示される。MRF磁気共鳴データ144は、関心領域109のものである。磁気共鳴データは、MRFパルスシーケンスの各反復パルスの後に繰り返しサンプリングされる。次いで、これらの磁気共鳴データは、一連の画像に変換される。しかしながら、MRFパルスシーケンスで使用されるパラメータはイメージングには有用でないので、また、一般に、フーリエ空間のデータはアンダーサンプリングされる。次いで、これらの一連の画像を使用して、個々のボクセルごとにデータを抽出し、特定のMRFパルスシーケンスコマンドに対する1組の値又はベクトルを作り出す。この値のシリーズはMRF信号と呼ばれる。磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリは、同じMRFパルスシーケンスコマンドでの特定の物質又は組織タイプの信号を含む。次いで、測定MRF信号をディクショナリの信号と比較することによって、個々のボクセルの組成が決定される。

【0060】

メモリ134は、MRF磁気共鳴データ144を繰り返しサンプリングすることに基づいて反復された幾つか中間画像146を含むものとして示される。コンピュータメモリ1

34は、中間画像146から構成されたボクセルのMRF信号148を更に含むものとして示される。コンピュータメモリ134はまた、MRF信号148が構成される前に中間画像146を補正するために使用されるB1+マッピング150とまた多分B0マッピングを含む。

【0061】

コンピュータメモリは更に、少なくとも関心領域109を包含する磁気共鳴画像152を含むものとして示される。コンピュータメモリ134は、磁気共鳴画像152のレジストレーション156を生成するために使用される解剖学的モデル154を含む。レジストレーション156は、様々な解剖学的領域の識別、及び/又はまた特定の解剖学的領域内でどの磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用すべきかの識別である。次いで、コンピュータメモリ134は、レジストレーション156を使用して選択された局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリ158を含むものとして示される。コンピュータメモリ134は更に、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリ158とMRF信号148とを使用して構成された組成マッピング160を含むものとして示される。

10

【0062】

図2は、図1の磁気共鳴イメージングシステム100を操作する方法を示す流れ図を示す。最初に、ステップ200において、MRF磁気共鳴データ144が、MRFパルスシーケンスコマンド142により磁気共鳴イメージングシステム100を制御することによって取得される。次に、ステップ202において、プロセッサ130は、磁気共鳴画像152を受け取る。これは、前もって取得されてもよく、又はそれはまた、磁気共鳴フィンガープリンティングの前、後、若しくは間に、関心領域109のイメージングを実行するために磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって取得されてもよい。

20

【0063】

次に、ステップ204において、磁気共鳴データ152と解剖学的モデル154とを使用してレジストレーション156を実行するために、解剖学的領域が識別される。磁気共鳴データは、磁気共鳴画像である。代替として、解剖学的モデルはMRFデータ自体によって導かれて、同様の解剖学的/機能的構造に属するボクセルがクラスタ化される。次に、ステップ206において、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリ158が、解剖学的領域156の識別を使用して選択される。最後に、ステップ208において、組成マッピング160が、局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリ158とMRF信号148とを使用して1組の所定の物質について計算される。

30

【0064】

MRフィンガープリンティング(MRF)は、MR組織パラメータ又は組織固有情報を定量的にマッピングして将来の臨床診断を支援することができる組織分類/特性評価のための新しい有望な手法である。現在のMRF用途では、各ボクセルからの情報は、ディクショナリ整合プロセスの間に個々に分析される。しかしながら、個々のボクセルの信号間には空間的に相関もあり、それは、まだ十分に使用されていない。互いに近いボクセルは、同じ組織種類に属する可能性があるか、又は同じ組織のパーシャルボリュームによって支配される。

40

【0065】

本明細書で説明される例は、この相関から利益を得ており、また、通常のディクショナリ評価を適切な解剖的モデリングと組み合わせて診断プロセスをサポートしている。解剖学的モデルはMRFデータ自体によって導かれて、同様の解剖学的/機能的構造に属するボクセルがクラスタ化される。第2のMRF整合ステップにおいて、次いで、解剖学的構造についての知識を使用して、整合プロセスにおける特異度が改善される。このようにして、構造固有組織組成分析が可能になり(例えば、脳:白質および灰白質、CSFなど)、偏差及び外れ値の識別を容易にし、それにより、極めて患者固有のやり方で診断が導かれる。

【0066】

50

解剖学的モデルは、様々な臓器又は構造の幾何学的範囲を含むだけでなく、それぞれの構造で予想される最も可能性の高い組織タイプの内容 / 組成についての事前情報も含む。

【 0 0 6 7 】

M R I は、軟組織コントラストが大きく、最も汎用性のあるイメージングモダリティのうちの 1 つである。膨大な多種多様のコントラストを低減させるには、及び / 又は診断の結論を引き出すために知見をより比較できるようにするには、定量的 M R 技法が望ましい。数値を与える能力を有する今後の M R フィンガープリンティング ( M R F ) を含む定量的 M R I ( q M R I ) は、診断、治療モニタリング、事後の決定を容易にする重要なバイオマーカーを同定するのに非常に有望な手法である。

【 0 0 6 8 】

M R フィンガープリンティングは非常に有望であるが、データ評価 / 分析プロセスは改善され得る。今まで、各ボクセルの信号は、残りものから分離されて、別々に分析されている。しかしながら、ボクセル間には多くの相関がある。これは、特に、同じ組織タイプ、解剖学的又は機能的構造に属するボクセルに当てはまる。この相関は、将来の診断又は病期分類を改善するためにより適切に使用されるべきである。

【 0 0 6 9 】

例は、以下の特徴のうちの 1 つ又は複数を有する。

M R F データそして例えば患者自身に適合した適切な解剖学的モデルを使用して、現在のディクショナリに基づくボクセル信号整合プロセスの範囲をより広い解剖学的領域 / 区画 / 機能的構造に拡大する。

より正確な M R F 整合のために S N R を向上させて、将来の疾病固有マーカーを得るために、解剖学的 / 機能的構造に制限している組織組成分析 ( パーシャルボリューム ) の精度を更に改善する。

例はまた、事前のものとして適合されたモデルから導き出された情報を使用して空間アンダーサンプリングアーティファクトを補償するために潜在的な反復再構成を誘導するのに使用される。

例はまた、モデル主導解剖学的 / 機能的クラスタ化手法をサポートし、領域ごとに平均からの組織偏差及び外れ値を識別する。したがって、疑わしいスポットは、識別された患者であり、具体的には、クラスタ化された領域 / ベース情報をボクセルごとの空間的に分解された M R F 分析と比較しているものである。

【 0 0 7 0 】

例示の方法は、以下のステップのうちの 1 つ又は複数を含む。

1 . M R F 画像データを取得する。

2 . 信号 ( 例えば、 T 1 、 T 2 ) に符号化されたすべてのパラメータの定量的パラメータマップを見いだすために、標準ディクショナリ整合を実行する。

3 . このマルチパラメータ情報を使用して、解剖学的領域が、解剖学的モデルを画像データと整合させることによって識別される。 M R F マップのマルチパラメータ、定量的、完全な相互重ね合わせの性質は、解剖学的モデルの非常に正確な整合を可能にする。

4 . 解剖学的領域ごとに、新しい専用の M R F ディクショナリが、 a ) この領域で予想される組織成分に関する事前知識、 b ) 測定によりその領域で見いだされたフィンガープリントに関する経験的知識、 c ) それらの両方に基づいて作り出される。

5 . 個々の専用 M R F ディクショナリが、それぞれの周囲の組織に関する情報を用いて拡大され、その結果、組織境界でのパーシャルボリューム効果が正確に考慮される。

6 . 追加の M R F 整合プロセスが解剖学的領域ごとに実行されて、組織タイプ、ボクセル組成、及び予想信号からの偏差が高い特異度で識別される。

7 . 改良された M R F 分析の結果、特に、予想外の組織信号に関する情報が、好ましくは、初期の M R F 整合手順から導き出された解剖学的モデルデータ又はパラメータコントラストデータのいずれかへの ( 色づけされた ) オーバレイ画像としてユーザに表示される。

【 0 0 7 1 】

第 1 の実施例では、通常の M R F シーケンスが脳検査の一部として実行される。この実

10

20

30

40

50

施例では、T1 spoiled MRF手法が選ばれ、固定された短いTRを使用し、ベースシーケンスのフリップ角のみを変更する。このシーケンスは、T1重み付けを強化するために反転パルスで始まる。アンダーサンプリングされたスパイラルが、TRごとに信号の空間符号化に使用される。フリップ角は、事前定義されたやり方で時間の関数として変更される（対応するディクショナリ生成プロセスに整合されて）。スパイラルサンプリングパターンは、TRごとにわずかに変更されて、空間サンプリングコヒーレンスが損なわれる。

#### 【0072】

アンダーサンプリングされた各スパイラル（TRあたり）の取得及び再構成の後、時間内にサンプリングされたこれらの複素数データ（画像）の一部が平均化される。平均化された実際の画像の数は、測定で使用されたアンダーサンプリング係数に少なくとも等しいか又はその倍数である（これは、難しい前提条件ではないが、データ処理を容易にする）。このようにして、同じスライスに完全にサンプリングされた2つの画像が生成され、それは、MRF符号化によって引き起こされた非定常信号挙動に起因する深刻な画像アーティファクトを示す。これらの画像は、解剖学的モデルを実際の患者の解剖学的構造に適合させるのに使用される。解剖学的モデルは、適切なフィッティング及び整合手順を使用して、これらの画像に適合される。解剖学的モデルはMRFデータ（画像）にフィットされる。解剖学的モデルは、異なるコントラストを反映するMRFデータの異なるように平均化されたサブセットにフィットされる。

10

#### 【0073】

この更なる改良では、また、MRFシーケンスは、小さいアーティファクトレベルで異なるコントラストを反映する上記のサポート画像の形成を可能にするように適切に適合される。

20

#### 【0074】

別の改良では、それは、それらの画像の形成なしに行い、通常のMRFマッピングを行う。パラメータマップ（T1、T2、M0などのような）及び幾つかの簡単な事前知識/規則に基づいて、組織分類が行われる。この分類の結果は、モデル適合に使用される。

#### 【0075】

モデルをフィッティングした後、異なる解剖学的/機能的構造からのボクセルと一緒にグループ化され、対応するMRF信号が空間的に平均され、この領域を表す1つのMRF信号を形成する。この手順はかなり複雑になる。したがって、基本的な平均化は、大きさによって、又はより好ましくは受信コイル感度に関する情報も組み込む適切な複雑な操作によって実行される。このようにして、結果として生じるMRF信号のSNRは改善され、それにより、後続の整合プロセスが容易になる。この手法はかなり低い磁界強度で使用されるが、高い磁界強度では、異なる送信条件下で得られたMRF信号を平均化するのを避けるために、B1+不均等性に関する情報も考慮されなければならない。この情報は、以前に測定されたB1+場マップによってもたらされるか、又はモデルによって良好な推測として与えられる。代替として、B1+情報はまた、解剖学的モデルに整合させるために上述したような最初の完全なボクセルごとのMRF分析から導き出され、RF不均等性はまたディクショナリの一部である。この情報に基づいて、アイソB1+領域からの信号を上述のように平均化して、幾つかの部分的に平均化されたより高いSNRのMRF応答を形成し、それは、個々にディクショナリに整合されなければならない。

30

40

#### 【0076】

これの又はこれらの信号に基づいて、MRF区画分析がまた実行されて、個々のボクセルよりも高い精度で構造全体のパーシャルボリューム信号寄与が識別される。このフィッティング/整合プロセスは、注釈付きアトラスで与えられる事前知識によってサポートされ（白質が灰白質、CSFなどの一部を含むとき）、部分的組織分析を手引きするのを支援する。

#### 【0077】

このモデルで増強された分析の1つの結果として、様々な臓器又は臓器サブ領域のサイズ/体積、及び組織組成に関する情報を含む詳細報告が考えられる。このようにして、情

50

報は、事前知識に補足され、標準 / 臨床的勧告と比較される。これは、実際の知見が、臨床グラウンドトゥールースデータと整合されるが、個々の対象者にも整合されることを意味する。

【 0 0 7 8 】

実施例 2 : 例はまた、脳に適用可能である。ここで、そのような情報は、体積及び組成変化に関連する様々な疾患 (例えば、神経変性疾患) を診断するのに非常に有用である。

【 0 0 7 9 】

主要な組織成分を決定した後、ボクセル固有の通常の M R F 整合手順が、まだ行われていない場合、M R F において通常のようにトリガされる。この整合手順においても、最小自乗問題が解かれて、幾つかの未知のボクセル内成分が識別される。このフィッティング手順は、状態を改善するために局所的整合プロセスを誘導する / 抑制することによって、このボクセルが属する潜在的な組織組成に関するグローバルなたった今取得された知識から利益を得る。

【 0 0 8 0 】

図 3 ~ 図 6 は、磁気共鳴フィンガープリンティングの間に異常なボクセルを検出しそれを補正する方法を説明するために使用される。それは、解剖学的モデルで増強された外れ値検出方式と考えられる。最初に、図 3 において、磁気共鳴フィンガープリンティングからの組成マッピング 3 0 0、すなわち画像が示される。C S F、白質、及び灰白質が図 3 に表示されている。図 4 は、脳の白質内で予想される T 2 分布 4 0 0 を示す。ライン 4 0 2 は、図 3 の実際に測定された T 2 分布を示す。曲線 4 0 2 の領域 4 0 4 は、曲線 4 0 0 と比較すると、異常であることが分かる。これは、潜在的に異常であるボクセルを識別するために使用される。図 5 は、T 1 値についての同様の分析を示す。曲線 5 0 0 は白質の正常な又は予想される T 1 値であり、曲線 5 0 2 は T 1 の測定値の分布を示す。図 4 及び図 5 は若干の異常を示していることが分かる。図 6 は、補正された M R F 組成マッピング 6 0 0 を示す。異常なボクセル 6 0 2 は、新しい磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを使用して再計算された組成マッピングを有している。領域 6 0 2 のボクセルは、潜在的に異常であり、例えば、異常組織病理を示している。

【 0 0 8 1 】

第 3 の実施例では、実施例 1 におけるような同様のセットアップが選ばれ、解剖学的 / 機能的モデルを初期データにフィッティングさせた。局部 M R F 応答、結果として生じた組織組成、及び解剖学的モデル全体からの情報を反復再構成における優先 / 制約として使用して、個々にサブサンプリングされた時間ドメイン画像におけるエイリアシングの一部が低減される。

【 0 0 8 2 】

本発明は、図面及び前述の記載において詳細に図示及び説明されたが、このような図示及び記載は、説明的又は例示的であって限定するものではないと見なされるべきである。すなわち本発明は、開示された実施形態に限定されるものではない。

【 0 0 8 3 】

開示された実施形態のその他の変形が、図面、本開示及び添付の請求項の検討から、請求項に係る発明を実施する当業者によって理解されて実現され得る。請求項において、「c o m p r i s i n g (含む、備える)」という単語は、他の要素又はステップを除外するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は、複数を除外するものではない。単一のプロセッサ又は他のユニットが請求項に記載された幾つかのアイテムの機能を果たす。特定の手段が相互に異なる従属請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの手段的組み合わせが有利に用いられないことを示すものではない。コンピュータプログラムは、他のハードウェアと共に若しくは他のハードウェアの一部として供給される光記憶媒体又はソリッドステート媒体等の適当な媒体に保存 / 分配されてもよいが、インターネット又は他の有線若しくは無線の電気通信システムを介して等の他の形式で分配されてもよい。請求項における任意の参照符号は、本発明の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。

10

20

30

40

50

## 【符号の説明】

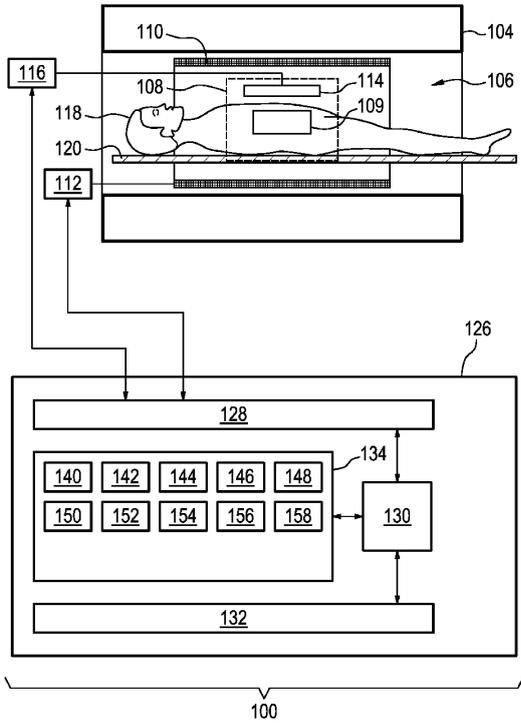
## 【0084】

100	磁気共鳴イメージングシステム	
104	磁石	
106	磁石のボア	
108	イメージングゾーン	
109	関心領域	
110	磁場勾配コイル	
112	磁場勾配コイル電源	
114	無線周波数コイル	10
116	トランシーバ	
118	対象者	
120	対象者支持体	
126	コンピュータシステム	
128	ハードウェアインタフェース	
130	プロセッサ	
132	ユーザインタフェース	
134	コンピュータメモリ	
140	マシン実行可能命令	
142	MRFパルスシーケンスコマンド	20
144	MRF磁気共鳴データ	
146	中間画像	
148	MRF信号	
150	B1+マッピング	
152	磁気共鳴画像	
154	解剖学的モデル	
156	解剖学的領域、又はモデルへのレジストレーション	
158	局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリ	
160	組成マッピング	
200	MRFパルスシーケンスコマンドにより磁気共鳴イメージングシステムを制御することによって関心領域のMRF磁気共鳴データを取得する	30
202	関心領域を描写する少なくとも1つの磁気共鳴画像を受け取る	
204	解剖学的モデルを使用して関心領域内の解剖学的領域を識別する	
206	解剖学的領域の各々に対して1組の磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリから局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリを選択する	
208	MRF磁気共鳴データと局所的磁気共鳴フィンガープリンティングディクショナリとを使用して解剖学的領域の各々に対する所定の物質の組成マッピングを計算する	
300	MRF組成マッピング又は画像	
400	正常なT2分布	
402	測定されたT2分布	40
404	異常なボクセルに起因する	
500	測定されたT1分布	
502	測定されたT1分布	
600	補正されたMRF組成マッピング又は画像	
602	潜在的な病理構造	

【 図面 】

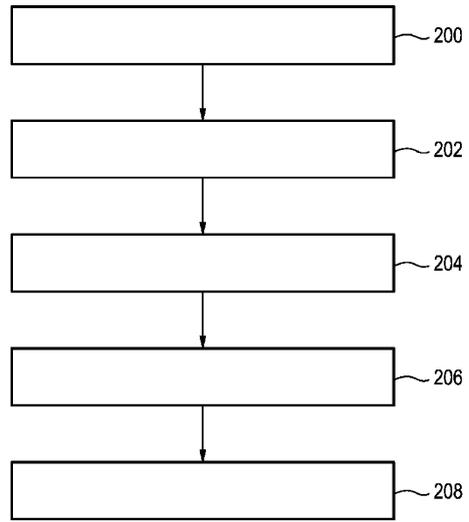
【 図 1 】

FIG. 1



【 図 2 】

FIG. 2

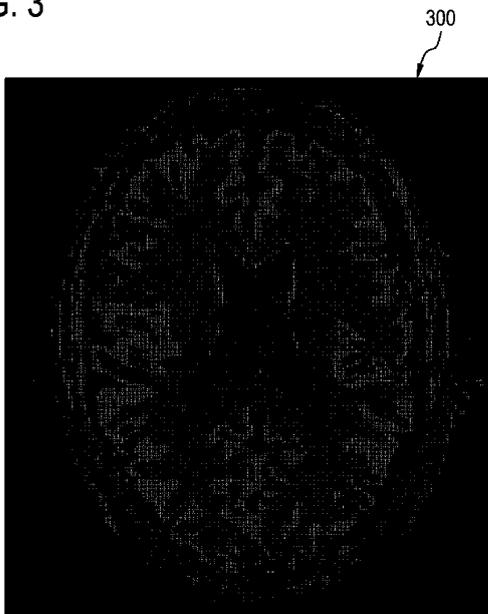


10

20

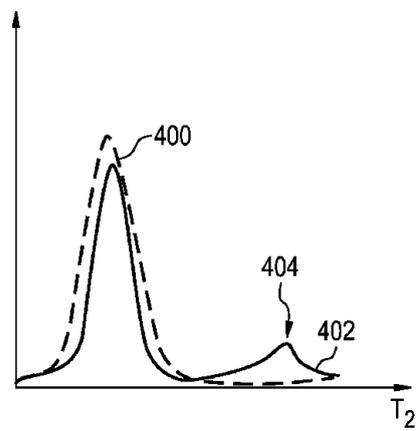
【 図 3 】

FIG. 3



【 図 4 】

FIG. 4



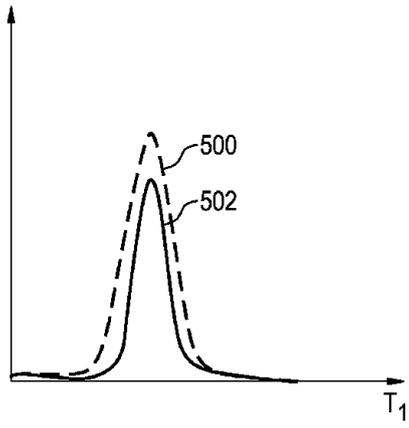
30

40

50

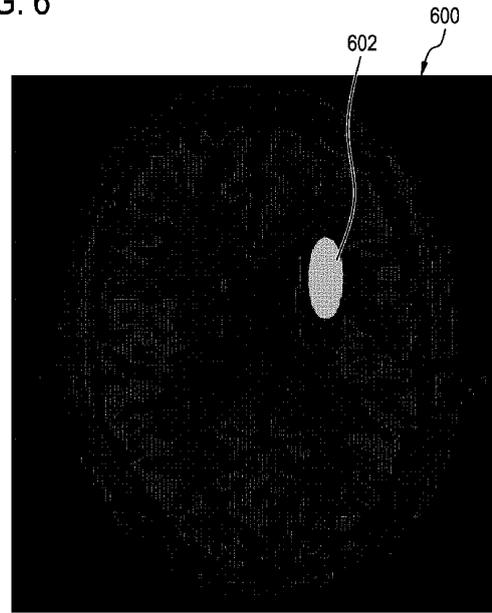
【 図 5 】

FIG. 5



【 図 6 】

FIG. 6



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## 欧州特許庁(EP)

## 早期審査対象出願

- (72)発明者 アムソー トーマス エリック  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ドネヴァ マリヤ イワノワ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ウェンゼル ファビアン  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

## 合議体

審判長 樋口 宗彦

審判官 伊藤 幸仙

審判官 高 見 重雄

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 0 6 1 9 2 2 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 1 5 - 0 9 3 1 9 2 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 2 7 8 2 5 5 ( U S , A 1 )  
欧州特許第 3 6 0 2 0 9 7 ( E P , B 1 )  
米国特許第 1 1 1 1 2 4 7 8 ( U S , B 2 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
A61B 5/055