

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4754160号
(P4754160)

(45) 発行日 平成23年8月24日 (2011. 8. 24)

(24) 登録日 平成23年6月3日 (2011. 6. 3)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 7 0
G O 1 R 33/28 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 6 6
	G O 1 N 24/02 Y

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-136745 (P2003-136745)	(73) 特許権者	501232872
(22) 出願日	平成15年5月15日 (2003. 5. 15)		ユニフォームド・サービシズ・ユニバー
(65) 公開番号	特開2004-611 (P2004-611A)		シティ・オブ・ヘルス・サイアンス
(43) 公開日	平成16年1月8日 (2004. 1. 8)		アメリカ合衆国・20814・メリーラン
審査請求日	平成18年5月10日 (2006. 5. 10)		ド州・ベセスダ・ジョーンズ ブリッジ
(31) 優先権主張番号	10/063, 829		ロード・4301
(32) 優先日	平成14年5月16日 (2002. 5. 16)	(73) 特許権者	300019238
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
			ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
			エルシー
			アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
			188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
			ュー・ブルバード・ダブリュー・710
			・3000

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MR装置の制御方法およびMRI装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高感度の全身スクリーニング能力を有するMRI装置であって、

偏向磁場 (56) を印加するようにマグネット (54) のボアの周りに位置決めした複数の傾斜コイル (50) と、MR画像を収集させるRF信号をRFコイル・アセンブリに送信するようにパルスモジュール (38) によって制御を受けているRF送受信器システム (32) 及びRFスイッチと、を有する磁気共鳴イメージング (MRI) システム (10) と、

コンピュータ制御下 (102) でマグネット (54) の前記ボア内を移動可能なテーブルと、

コンピュータであって、

スキャン・パラメータとテーブル並進パラメータの夫々の初期値を受け取る制御手順 (204) 、

前記テーブルを並進させる制御手順 (206) 、

前記テーブルが並進している間にMRデータを収集する制御手順 (206) 、

前記テーブル並進中のユーザ入力受け取りを可能にし、かつ該受け取りがあった場合に該ユーザ入力に応じて並進を修正する制御手順 (210) 、

スキャン・パラメータに関するユーザ入力の受け取りを可能にし、かつ該受け取りがあった場合に該ユーザ入力に応じてMRデータ収集を修正する修正制御手順 (210) 、を実行するようにプログラムしたコンピュータ (32) と、を備え、

前記コンピュータ(32)の前記修正制御手順(210)は、さらに、
関心対象の異常が検出されたときに、操作者に、スキャンの中断を許し、更に、
(1)前記異常部の高解像度画像を取得するためにテーブル動作を逆転させる制御手順と、
(2)解像度に関わりなく異なる面で画像を取得する制御手順と、
(3)異なるセクション間隔で画像を取得する制御手順と、
(4)異なるパルスシーケンスで画像を取得する制御手順、
のうちの1つ以上の制御手順を実行することを特徴とするMRI装置。

【請求項2】

前記テーブルが並進中にMRデータが連続して収集されることを特徴とする請求項1に記載のMRI装置。

10

【請求項3】

前記コンピュータ(32)が、さらに、画像傾斜(image obliquity)と、テーブルの移動速度と、テーブルの方向と、そして、反転時間とフリップ角とシーケンス・タイプとを少なくとも1つ含むパルスシーケンス・パラメータ、とのうちの少なくとも1つに対するリアルタイムでのデータ操作を可能にする制御手順(212)ようにプログラムされていることを特徴とする請求項1または2に記載のMRI装置。

【請求項4】

前記コンピュータ(32)がさらに、送信器利得、受信器利得及びシム調整をユーザによるオンデマンドで変更するようにプログラムされていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のMRI装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全般的には磁気共鳴イメージング(MRI)に関し、さらに詳細には、連続的な寝台移動と画像収集を伴う迅速全身スキャンのための方法及び装置に関する。

【0002】

【発明の背景】

人体組織などの物質を均一な磁場(偏向磁場 B_0)にかけると、組織中のスピンの個々の磁気モーメントはこの偏向磁場と整列しようとして、この周りをラーモアの特性周波数で無秩序に歳差運動することになる。この物質(または組織)に、 $x-y$ 平面内にありラーモア周波数に近い周波数をもつ磁場(励起磁場 B_1)がかけられると、正味の整列モーメント(すなわち、「縦方向磁化」) M_z は、 $x-y$ 平面内に来るように回転させられ(すなわち、「傾けられ(tipped)」)、正味の横方向磁気モーメント M_t が生成される。励起信号 B_1 を停止させた後、励起したスピンにより信号が放出され、さらにこの信号を受信し処理して画像を形成することができる。

30

【0003】

これらの信号を用いて画像を作成する際には、磁場傾斜(G_x 、 G_y 及び G_z)が利用される。典型的には、撮像しようとする領域は、使用する具体的な位置特定方法に従ってこれらの傾斜を変更させている一連の計測サイクルによりスキャンを受ける。結果として得られる受信NMR信号の組は、ディジタル化され処理され、よく知られている多くの再構成技法のうちの1つを用いて画像が再構成される。

40

【0004】

磁気共鳴イメージングを用いて全身イメージングまたはスクリーニングをするための従来技法では、典型的には、十分大きな撮像域(FOV)にわたる撮像のために多重式の患者位置決め及び再位置決めが必要である。その結果、全身スクリーニング検査は2回以上の別々の検査に分割されることが多い。多くの場合では、造影剤が取り込まれたり通過してしまうため、患者を後日検査を完了させるために戻さなければならない。

【0005】

その他のいわゆる移動寝台技法は、増分単位で寝台をステップ移動させること、並びに各

50

増分時点でデータを取得することを含む。これらの技法では、寝台を移動しながらデータを収集しておらず、データの収集はステップ移動式増分の各間だけに限られる。これらの技法は時間効率が悪く、またその増分単位（したがって、収集回数）が事前規定されているため、対話式制御を提供することができず、得られる結果が傾斜ワープ（gradient warping）を受ける。さらに、寝台を移動しながら撮像を試みても傾斜ワープ歪みを受けており、何らかの形式の画像修正が必要である。こうした技法ではまた、寝台移動方向での位相エンコードが必要であると共に寝台の速さ及び／または加速度／減速度に関する事前定義の知見が必要であり、したがって、画像収集中の対話式制御を受け付けられない。

【0006】

10

したがって、異常に対して高感度であると共に、連続移動寝台と、収集面、パルスシーケンス、寝台の速さ及び／または寝台移動方向を変更する能力とによって担当医に対して、腫瘍を示すような信号強調など異常領域を位置特定するような全身の迅速サーベイを可能にし、これにより異常に着目しかつその異常に対するより良好な特徴付けができるような高速技法が組み込まれるように方法及び装置を設計できると有利である。

【特許文献1】

特開平08-173396号公報

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、患者寝台が並進している間の連続スキャンを可能にすると共に、スキャン・パラメータ、寝台移動及び／または寝台方向の対話式制御を提供できるようなMR画像収集のための方法及び装置を提供することによって上述の問題を解決している。

20

【0008】

提案した方法は、高感度の迅速対話方式で腫瘍やがんなどの異常が存在するか否かを効率よくスクリーニングするように全身の高速イメージングが可能である。最初のスクリーニング検査で特定した領域は、腫瘍特性を特定しこうした検査で必要となる所要の高特異度を提供するようにより詳細にさらに検討することができる。この提案した技法は寝台並進中の連続的なスキャンを伴っており、大サイズF O V合成画像の作成に依存していない。この対話式制御スキームは、収集面及び空間的カバー範囲を各解剖領域に適合させることによって撮像時間を効率よく利用している。

30

【0009】

本発明は単一の大サイズF O V合成画像の作成に限定するものではないため、本発明では移動方向のフーリエ変換を利用する必要がない。したがって本技法は対話式制御を組み込み、これにより収集面及び空間的カバー範囲を各解剖領域に適合させることにより撮像時間を効率よく利用することができる。スキャン・パラメータは、疑わしい領域に対して対話式の高分解能／腫瘍特異的な特徴付けまたは検査が可能となるように変更することができる。本技法により、送信器及び受信器利得や限局的シム設定などの撮像パラメータの連続的変更が可能となる。各データ収集は1つの個別画像になるように再構成するため、大サイズF O V画像の作成で直面するようなフェーズの変化や傾斜の非直線性の問題は本発明では全く問題にならない。

40

【0010】

好ましい実施の一形態では、寝台を連続並進させているため、磁場均一性が最適であるマグネット・アイソセンタを通過する間でのみ特定の解剖領域が撮像されることになり、信号対雑音比及び傾斜磁場直線性が改善される。連続移動寝台イメージングを対話式制御により実現させているため、同じ解剖領域に対する複数のビューを取得して、偽陽性の確率を低下させるだけではなく、適正検出のため感度を上昇させることができる。すなわち、提案した技法では、多重面（マルチプラナー）セクション数初期値の初期セクション間隔による入力をオペレータに対して可能とするような対話式スキャンが必要であり、また患者がマグネットのアイソセンタを通過して横動する際に、撮像するセクション数、セクション間隔、セクションスキャン位置及び収集面のオペレータによる調整を可能にしている。

50

病変などの異常が特定された位置はより詳細な検討をするために記録するかブックマークを入れておき、こうした検討を寝台移動及び方向の対話式制御によって即座に実施したり、あるいは全身スクリーニングの完了後に実施することができる。

【 0 0 1 1 】

M R 画像の収集方法であって、被検体を移動可能な寝台上に位置決めするステップと、初期寝台移動制御データ及びスキャン・パラメータを入力するステップと、入力された初期寝台移動制御データに基づいて移動可能寝台を自動的に移動するステップと、入力されたスキャン・パラメータに基づいて移動可能寝台が移動している間に M R データを収集するステップと、を含む方法を開示する。本方法はさらに、寝台を自動的に移動させ M R データを収集する間に寝台移動制御データとスキャン・パラメータのいずれかまたは両者に対する入力及び修正を可能にするステップを含む。

10

【 0 0 1 2 】

偏向磁場を印加するようにマグネットのボアの周りに位置決めした複数の傾斜コイルを有する磁気共鳴イメージング・システムを含むような、極めて高感度の全身スクリーニングを提供する M R I 装置を開示する。R F 送受信器システム及び R F スイッチは、M R 画像を収集するように R F 信号を R F コイル・アセンブリに送信しかつ該コイル・アセンブリから受信するようにパルスモジュールによって制御を受けている。本 M R I 装置はさらに、コンピュータ制御下でマグネットのボア内を移動可能な患者寝台と、コンピュータであって、初期スキャン・パラメータ及び寝台並進パラメータを受け取ること、寝台を並進させること、並びに寝台が並進している間に M R データを収集すること、を実行するように

20

【 0 0 1 3 】

コンピュータ読み取り可能記憶媒体上に記憶されており、コンピュータにより実行した際に該コンピュータに対して M R スキャナを通過するように患者寝台を移動させると同時に患者寝台の移動中に M R データを収集させるようなコンピュータ・プログラムに関する本発明の技法も開示する。このコンピュータ・プログラムはさらに、コンピュータに対してユーザ入力の受け取りを可能とし、かつ該ユーザ入力に応じて患者寝台速さ、患者寝台方向または様々なスキャン・パラメータをリアルタイムで操作（本明細書において、リアルタイムとは当業者であれば容易に理解するようなりアルタイムまたは概ねリアルタイムのいずれかであると規定する）させるための命令を有している。

30

【 0 0 1 4 】

本発明の別の態様では、患者内の腫瘍を特定する方法を開示する。本方法は、移動可能な寝台上に患者を配置するステップと、移動可能寝台を並進させるステップと、患者が磁場を通過するのに伴って M R データを収集するステップと、を含む。本方法はさらに、移動可能寝台が並進するのに伴って患者解剖構造の M R 画像を再構成するステップと、この M R 画像を解析するステップと、を含む。さらに検討を要する関心エリアが特定された場合、本処理は該関心エリアが磁場内に来るように移動可能寝台を戻すと共に M R データ収集パラメータをリアルタイムで修正するステップを含む。次いで、腫瘍の追加的解析及び特徴付けを可能とするように、より高分解能の画像または異なる面の画像のいずれかを収集することができる。

40

【 0 0 1 5 】

本発明のその他の様々な特徴、目的及び利点は、以下の詳細な説明及び図面より明らかとなる。

【 0 0 1 6 】

図面では、本発明を実施するように目下のところ企図されている好ましい実施の一形態を図示している。

【 0 0 1 7 】

50

【発明の実施の形態】

図 1 を参照すると、本発明を組み込んでいる好ましい磁気共鳴イメージング (MRI) システム 10 の主要コンポーネントを表している。このシステムの動作は、キーボードその他の入力デバイス 13、制御パネル 14 及び表示スクリーン 16 を含むオペレータ・コンソール 12 から制御を受けている。コンソール 12 は、オペレータが画像の作成及び表示スクリーン 16 上への画像表示を制御できるようにする独立のコンピュータ・システム 20 と、リンク 18 を介して連絡している。コンピュータ・システム 20 は、バックプレーン 20a を介して互いに連絡している多くのモジュールを含んでいる。これらのモジュールには、画像プロセッサ・モジュール 22、CPU モジュール 24、並びに当技術分野でフレーム・バッファとして知られている画像データ・アレイを記憶するためのメモリ・モジュール 26 が含まれる。コンピュータ・システム 20 は、画像データ及びプログラムを記憶するためにディスク記憶装置 28 及びテープ駆動装置 30 とリンクしており、さらに高速シリアル・リンク 34 を介して独立のシステム制御部 32 と連絡している。入力デバイス 13 は、マウス、ジョイスティック、キーボード、トラックボール、タッチ作動スクリーン、光学読取り棒、音声制御器、あるいは同様な任意の入力デバイスや同等の入力デバイスを含むことができ、また入力デバイス 13 は対話式の幾何学的指定、並びに患者寝台の速度及び方向制御のために使用することができる。

【0018】

システム制御部 32 は、バックプレーン 32a により互いに接続させたモジュールの組を含んでいる。これらのモジュールには、CPU モジュール 36 や、シリアル・リンク 40 を介してオペレータ・コンソール 12 に接続させたパルス発生器モジュール 38 が含まれる。システム制御部 32 は、実行すべきスキャンシーケンスを指示するオペレータからのコマンドをリンク 40 を介して受け取っている。パルス発生器モジュール 38 は、各システム・コンポーネントを動作させて所望のスキャンシーケンスを実行させ、発生した RF パルスのタイミング、強度及び形状、並びにデータ収集ウィンドウのタイミング及び長さを指示しているデータを発生させている。パルス発生器モジュール 38 は、スキャン中に発生させる傾斜パルスのタイミング及び形状を指示するために 1 組の傾斜増幅器 42 と接続させている。パルス発生器モジュール 38 はさらに、患者に接続した多数の異なるセンサからの信号 (例えば、患者に装着した電極からの ECG 信号) を受け取っている生理学的収集制御器 44 から患者データを受け取ることができる。また最終的には、パルス発生器モジュール 38 はスキャン室インタフェース回路 46 と接続させており、スキャン室インタフェース回路 46 はさらに、患者及びマグネット系の状態に関連する様々なセンサからの信号を受け取っている。このスキャン室インタフェース回路 46 を介して、患者位置決めシステム 48 がスキャンのために患者を所望の位置に移動させるコマンドを受け取っている。

【0019】

パルス発生器モジュール 38 が発生させる傾斜波形は、 G_x 増幅器、 G_y 増幅器及び G_z 増幅器を有する傾斜増幅器システム 42 に加えられる。各傾斜増幅器は、収集した信号の空間的エンコードに使用する磁場傾斜を生成させるように傾斜コイル・アセンブリ (全体を番号 50 で示す) 内の対応する物理的傾斜コイルを励起させている。傾斜磁場コイル・アセンブリ 50 は、偏向マグネット 54 及び全身用 RF コイル 56 を含んでいるマグネット・アセンブリ 52 の一部を形成している。システム制御部 32 内の送受信器モジュール 58 は、RF 増幅器 60 により増幅を受け送信 / 受信スイッチ 62 により RF コイル 56 に結合するようなパルスを発生させている。患者内の励起された原子核が放出して得た信号は、同じ RF コイル 56 により検知し、送信 / 受信スイッチ 62 を介して前置増幅器 64 に結合させることができる。増幅された MR 信号は、送受信器 58 の受信器部分で復調され、フィルタ処理され、さらにデジタル化される。送信 / 受信スイッチ 62 は、パルス発生器モジュール 38 からの信号により制御し、送信モードでは RF 増幅器 60 をコイル 56 と電氣的に接続させ、受信モードでは前置増幅器 64 をコイル 56 に接続させる。送信 / 受信スイッチ 62 によってさらに、送信モードと受信モードのいずれに関しても同じ

単独のRFコイル（例えば、表面コイル）を使用することが可能となる。

【0020】

RFコイル56により取り込まれたMR信号は送受信器モジュール58によりデジタル化され、システム制御部32内のメモリ・モジュール66に転送される。未処理k空間データのアレイをメモリ・モジュール66に収集し終わると、1回のスキャンが完了となる。この未処理k空間データは、各画像を再構成させるように別々のk空間データ・アレイの形に配置し直している。さらに、これらの各々は、データをフーリエ変換して画像データのアレイにするように動作するアレイ・プロセッサ68に入力される。この画像データはシリアル・リンク34を介してコンピュータ・システム20に送られ、コンピュータ・システム20において画像データはディスク記憶装置28内などのメモリ内に記憶される。この画像データは、オペレータ・コンソール12から受け取ったコマンドに応じて、テープ駆動装置30上などの長期記憶装置にアーカイブしたり、画像プロセッサ22によりさらに処理してオペレータ・コンソール12に送ったりディスプレイ16上に表示させたりすることができる。

10

【0021】

本発明は、上で言及したMRIシステムやMR画像を取得するための同様に同等な任意のシステムと共に使用するMR画像データを収集するための方法及びシステムを含む。

【0022】

図2を参照すると、図1のシステム制御部32のCPU36によって制御を受けているコンピュータ制御式の移動可能寝台102上に支持された患者100を表している。移動可能寝台102は、MRI装置10のマグネット106のボアを通るように、矢印104で示すような前後方向に移動または並進させることができる。したがって、患者100は主マグネット106のボア内で選択的な位置決めができ、また寝台は軸104に沿ってコンピュータ制御下で移動している。さらに、本システムは、矢印108で示すような横方向に寝台102を移動できるように設計することができる。

20

【0023】

本発明は腫瘍または腫瘍マーカの位置特定に対して特に感度が高く、また本発明によって担当医や臨床医は、腫瘍を示す信号強調のある領域を位置特定するために全身を迅速にサーベイすること、並びにこの腫瘍または病変を特徴付けるように収集面やパルスシーケンスを修正することが可能となる。腫瘍や病変などの異常領域に対するこうした評価には、異常の検出と、その解剖範囲（すなわち、異常の段階）の適正な描出の両方が必要である。この処理は T_1 強調や T_2 強調など組織の固有MR特性を用いて達成できるが、異常組織に対する高信頼の診断評価を得るには造影剤を使用して十分なコントラスト対ノイズ比を提供することが望ましい場合が多い。こうした造影剤は、異常領域と正常領域の間での血管分布の差を通じてコントラストの改善を提供することが一般に知られている。患者に腫瘍が存在するか否かをサーベイする際には、患者の全長に対するMR画像データを収集することが望ましい。こうした全身イメージングは、典型的には、関心領域をマグネット・アイソセンタ110まで移動させること、寝台を停止位置にもってくることが、並びにここでMRデータを収集すること、を行うことによって実施している。患者の当該解剖セクションに対するデータの全体組を収集した後、患者を第2の位置まで並進させ停止させ、再びデータを収集することになる。典型的には、スキャンの各ステーション間ではある量だけの重複をとり、これによりすべてのステーションに対する撮像域の全範囲をカバーするような単一の画像を形成させるように、あるスキャン・ステーションと次のスキャン・ステーションとで画像の有効なレジストレーション（位置合わせ）を可能にすることが望ましい。図2の例では、患者100の呼吸器系112をマグネット106のアイソセンタ110に位置させている。血管120のごく近傍にモニタ114、116及び118を配置させ、所望により患者100内の造影剤の通過をモニタリングすることができる。しかし、本発明は、ボーラス検出の使用に限定するものではなく、造影剤を必要としないこともある（ただし、コントラスト強調を使用することが、本発明の一態様に関する目下のところ好ましい実施の一形態である）。

30

40

50

【 0 0 2 4 】

さらに、画像アーチファクトを低減するためマグネットの最適位置、すなわち「スイートスポット (sweet spot)」での撮像を可能とするように寝台 1 0 2 を並進させながら、すべてのイメージングをマグネット・アイソセンタにおいて実施することが好ましい。本発明のこの技法は、寝台が並進している間に連続的にスキャンすることを含み、また多重面高速イメージングの実施が可能である。

【 0 0 2 5 】

図 3 を参照すると、例示的な流れ図によって、図 1 及び 2 に示す M R 装置と共に使用するような、コンピュータ・プログラムの形で実現可能な本発明に従った方法を表している。患者データを収集し M R 装置を初期化した後 (2 0 0)、患者を移動可能寝台上に位置決めする (2 0 2)。次いで 2 0 4 において、初期スキャン・パラメータ及び寝台移動パラメータを規定する。はじめに、多重面高速イメージング・シーケンスは、関心解剖領域を通るオペレータ決定による面を含む。次いでコンピュータ制御下で、2 0 6 において寝台を移動させ M R データを収集する。画像は、評価による対話式制御を可能とするように 2 0 8 において即座に再構成させる。すなわち、オペレータ決定による面、事前定義の多重面セクション数及び初期セクション間隔を用いて画像を収集した後、オペレータは、撮像対象セクション数、セクション間隔、セクションスキャン位置、並びに収集面を事実上リアルタイムで調整することができる。オペレータには、2 1 0 において新規のスキャン・パラメータ及び / または寝台移動パラメータを入力する機会が与えられる。寝台移動パラメータは、ジョイスティック、マウス、トラックボールなど、図 1 で入力デバイス 1 3 を参照しながら記載したような都合のよい任意の入力デバイスを介して入力することができる。

【 0 0 2 6 】

オペレータがスキャンを継続することを選択した場合 (2 1 0、2 1 2 *)、患者をマグネットのアイソセンタを通して横動させながら M R データの収集の間で、寝台の移動 (好ましくは等速の移動) を継続する。異常が特定された場所は、その時点または全身スクリーニングの完了後のいずれかにより詳細な検討をするために記録するかブックマークを入れておく。オペレータが詳細な検討を即座に実施することを選択した場合、パルスシーケンス及び / または寝台移動を修正するために (2 1 2)、2 1 0 において新たなスキャン・データ及び / または寝台移動パラメータを入力することができる。この方式では、その寝台並進が図 1 の入力デバイス 1 3 を介してオペレータ制御下にあるため、オペレータには寝台移動の速さと方向を制御できるだけの十分な自由度が与えられる。次いでオペレータは、収集面、撮像セクション数、セクション間隔及びスキャン位置を制御することによってコントラスト強調した腫瘍エリアに関するスキャンの適合が可能となる。本技法によってオペレータは、個々の患者の差異や具体的な疾患の特性を考慮に入れるようなスキャンの適合が可能となる。異常エリアでデータを収集 (2 1 4) し、解析用の画像を再構成 (2 1 6) した後、オペレータにはスキャン・パラメータ及び / または寝台移動を再度修正する機能が与えられる (2 1 8、2 2 0)。十分な画像を収集し終えた後 (2 1 8、2 2 2)、次いでオペレータは、全身スキャンを終了させる (2 2 4、2 2 6) べきか否かを決定することができる。この場合、スキャン・パラメータと寝台パラメータをリセット (2 3 0) して 2 0 6 において全身スキャンの再開を可能としたり、あるいはオペレータが検査の終了を選択 (2 2 4、2 2 8) して検討を終了させること (2 3 0 *) を可能にしている。

【 0 0 2 7 】

腫瘍強調など具体的な異常エリアを特定した後、オペレータは寝台を特定の場所まで戻して、高空間分解能の機能画像を収集し、造影剤や腫瘍特異的マーカーの対応する追加的投与、拡散、多重パラメトリック・イメージングを伴った造影剤取り込みなどの周知の方法、あるいはその他任意の特徴付け方法を用いて異常のタイプを特徴付けすることができる。

【 0 0 2 8 】

したがって、本発明により、腫瘍やがんなどの異常の存在に関して、高感度の迅速対話方式で全身の高速スクリーニングが可能となる。対応した高特異度の情報を提供するために、異常特性を提供するようにスクリーニング検査で特定した領域をさらに詳細に検討することができる。

【0029】

提案した技法は大サイズF O V合成画像を作成する方法に依存しておらず、したがって、空間的カバー範囲で収集面を各解剖領域ごとに適合させることが可能である。こうした対話式システムでは、オペレータに対して具体的な関心領域のリアルタイムでの精細化を可能にしながら効率のよいスクリーニングを可能としたシステムを提供することによって撮像時間を有効に利用している。換言すると、オペレータには、異常が指摘された際に全身スキャンを中断して寝台移動を逆転させ、異常部の高分解能画像を即座に収集する機能が提供される。別法としてあるいは追加として、オペレータはさらに、異なる面の画像の収集について、分解能をより高くするかしないか、あるいは異なるセクション間隔とするか、またあるいは異なるパルスシーケンスとするかに関する選択肢を有する。選択肢の組み合わせは無限にあり、本発明はスキャン・パラメータの何らかの具体的な組に限定されない。本発明は、造影剤取り込みがある高レベルにあるときにその解剖領域を解析できるように、造影剤をボラス検出と組み合わせて使用する際に特に有利となる。さらに、合成画像技法と異なり、本発明の対話式連続寝台移動技法では、送信器利得や受信器利得及び限局的シム設定など撮像パラメータの連続的変更に対応することができる。データの各組をその固有の画像として再構成するため、大サイズF O V画像を作成する際に経験するようなフェーズの変化や傾斜非直線性の検討は問題とならない。

【0030】

リアルタイム寝台移動制御と共に使用する連続移動寝台イメージングでは、同じ解剖領域に対して複数のビューを取得でき、身体の任意の具体的な解剖領域は磁場均一性が最適な位置であるマグネット・アイソセンタを常に通るように移動している。同じ解剖領域に対する複数のビューを収集する機能によって起こりうる偽陽性の確率が低下し、また異常検出の感度が上昇する。

【0031】

高性能傾斜を有するG E M e d i c a l S y s t e m sの1.5テスラC V / i M Rスキャナ(商標)に関して例示的な検討を実施してみた。患者を連続並進させながらリアルタイムでデータを連続して収集し再構成するようなパルスシーケンスを用いて患者をスキャンした。寝台の速さを0.5~10cm/secの間で制御しながら複数の2Dセクションを連続して収集した。ただし、空間的カバー範囲及び画像収集時間を最適にするには並進の好ましい速さは0.5cm/secであることが分かった。本技法はそれ自体で、3Dイメージングを含めパルスシーケンスの多くのタイプで有用となると考えられるが、初期調査で反転回復高速傾斜エコー法(I R - p r e p)と定常状態収集式高速撮像法(F I E S T A)の収集の両者において満足のゆく結果が得られた。I R - p r e pシーケンスでは、400~600msecのT I時間を、T R時間6.3msec、T E時間2.1msec、フリップ角30°と共に使用した。満足のゆく結果が得られた別のスキャン・パラメータには、36~42cmのF O V、7~10mmのセクション、0.5 N E Xにおいて256x160のマトリックス、及び±31.25kHzの受信器バンド幅が含まれる。すべての場合において、脂肪抑制はユーザ選択可能な選択肢となっている。脂肪抑制を有効とした場合、スペクトルの選択反転パルスを20msecのT Iと共に使用した。F I E S T Aシーケンスでは、スキャン・パラメータは、T R / T E / フリップが3.7msec / 1.5msec / 45°並びに1.0 N E X及び±125kHzの受信器バンド幅とした以外は同様とした。脂肪抑制のために、R F励起40回ごとに間欠的な脂肪抑制R Fパルスを1回印加した。

【0032】

撮像データは、幾つかの被検体で造影剤静脈注射の前後において、寝台を0.5cm/secで頸部から下腿まで移動させながらI R - p r e pシーケンス及びF I E S T Aを用

いて連続的に収集した。アキシアル・スキャンでは、必要な解剖構造をカバーするのに平均3.2分を要した。一方、コロナル収集では平均1.5分しか要しなかった。アキシアル・スキャンは非重複式でありかつしばしばスライスの不均一性を示したが、運動アーチファクトは著しく少なかった。コロナル・スキャンは同じ関心領域に対する複数のビューを可能とするようにかなり重複させた。追加的な造影剤静脈注射により全体的な信号及び強度が改善された。この技法によって全身の迅速な多重面カバー範囲を有する画像スクリーニングを提供でき、またマグネットのアイソセンタに対する連続スキャンにより運動アーチファクトが最小限となる。

【0033】

したがって、本発明は、被検体を移動可能な寝台上に位置決めするステップと、寝台移動制御データ及びスキャン・パラメータを入力するステップと、入力された寝台移動制御データに基づいて移動可能寝台を自動的に移動するステップと、を含んだMR画像の収集方法を含む。本方法はさらに、入力されたスキャン・パラメータに基づいて移動可能寝台が移動している間にMRデータを収集するステップと、寝台を自動的に移動させMRデータを収集する間に寝台移動制御データとスキャン・パラメータのいずれかまたは両方に関する入力及び修正を可能にするステップと、を含む。

10

【0034】

本発明はさらに、全身スクリーニングのためのMRI装置であって、偏向磁場を印加するようにマグネットのボアの周りに位置決めした多数の傾斜コイルと、MR画像を収集させるRF信号をRFコイル・アセンブリに送信するようにパルス制御モジュールによって制御を受けているRF送受信器システム及びRF変調器と、を有するMRIシステムを含んだMRI装置を含む。本MRI装置はさらに、コンピュータ制御下でマグネットのボア内を移動可能な寝台と、コンピュータであって初期スキャン・パラメータ及び寝台並進パラメータを受け取ること、患者寝台を並進させること、並びに患者寝台が並進している間にMRデータを収集することを実行するようにプログラムされたコンピュータと、を含む。このコンピュータはさらに、患者寝台並進中のユーザ入力受け取りを可能にし該ユーザ入力に応じて並進を修正すること及びスキャン・パラメータに関するユーザ入力の受け取りを可能にし該ユーザ入力に応じてMRデータ収集を修正することを実行するようにプログラムされている。

20

【0035】

本発明はさらに、コンピュータ読み取り可能記憶媒体上に記憶されたコンピュータ・プログラムであってコンピュータに対して、MRスキャナを通過するように患者寝台を移動させると同時に患者寝台の移動中にMRデータを収集すること、及びユーザ入力を可能とし該ユーザ入力に応じて患者寝台速さ、方向及びスキャン・パラメータのうちの少なくとも1つをリアルタイムで操作することを実行させるようなコンピュータ・プログラムを含む。

30

【0036】

本発明はさらに、患者の腫瘍を特定する臨床処置法であって、移動可能な寝台上に患者を配置するステップと、移動可能寝台を並進させると共に、患者が磁場を通過するのに伴ってMRデータを収集するステップと、を含んだ臨床処置法を含む。本処置法はさらに、移動可能寝台が並進するのに伴って患者解剖構造のMR画像を再構成するステップと、該MR画像を解析するステップと、を含む。さらに検討を要する関心エリアを特定した場合には、該関心エリアが磁場内に来るように移動可能寝台を戻すと共にMRデータ収集パラメータをリアルタイムで修正して、該関心エリアの追加的解析のためにより高分解能のMRデータまたは異なる面のMRデータのいずれかを収集している。

40

【0037】

本発明を好ましい実施形態について記載してきたが、明示的に記述した以外に、添付の特許請求の範囲の趣旨内で等価、代替及び修正が可能であることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で使用するためのMRIイメージング・システムのブロック概要図である。

50

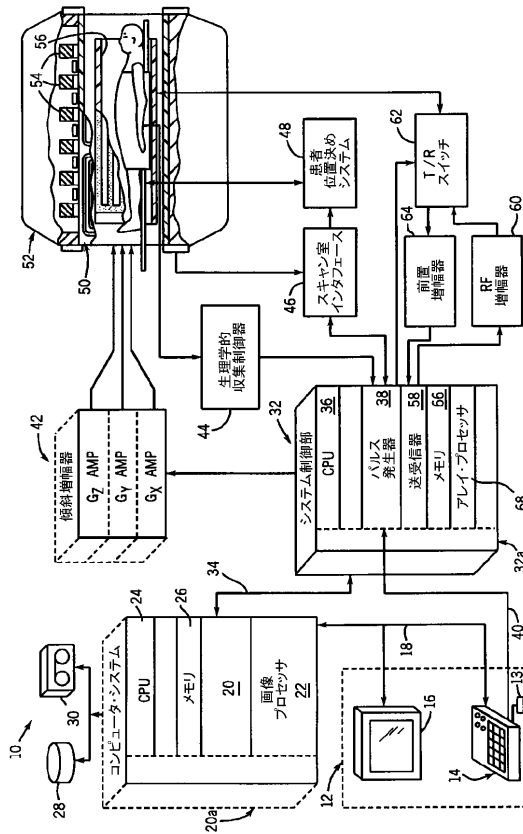
【図 2】図 1 の患者寝台で、寝台上に患者を図示しかつ本発明によるコンピュータ制御下で移動可能とした寝台の上面拡大図である。

【図 3】図 1 及び 2 の装置と共に使用する本発明の技法の流れ図である。

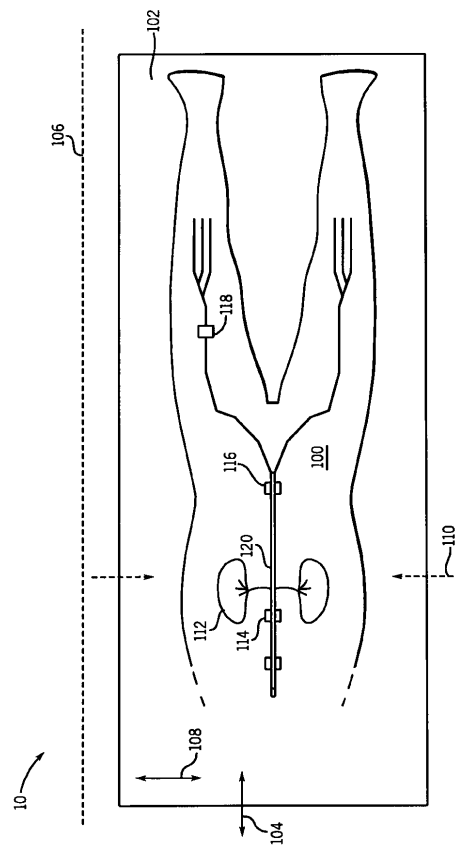
【符号の説明】

1 0	磁気共鳴イメージング (M R I) システム	
1 2	オペレータ・コンソール	
1 3	入力デバイス	
1 4	制御パネル	
1 6	表示スクリーン	
1 8	リンク	10
2 0	コンピュータ・システム	
2 0 a	バックプレーン	
2 2	画像プロセッサ・モジュール	
2 4	C P U モジュール	
2 6	メモリ・モジュール	
2 8	ディスク記憶装置	
3 0	テープ駆動装置	
3 2	システム制御部	
3 2 a	バックプレーン	
3 4	高速シリアル・リンク	20
3 6	C P U モジュール	
3 8	パルス発生器モジュール	
4 0	シリアル・リンク	
4 2	傾斜増幅器	
4 4	生理学的収集制御器	
4 6	スキャン室インタフェース回路	
4 8	患者位置決めシステム	
5 0	傾斜磁場コイル・アセンブリ	
5 2	マグネット・アセンブリ	
5 4	偏向マグネット	30
5 6	全身用 R F コイル	
5 8	送受信器モジュール	
6 0	R F 増幅器	
6 2	送信 / 受信 (T / R) スイッチ	
6 4	前置増幅器	
6 6	メモリ・モジュール	
6 8	アレイ・プロセッサ	
1 0 0	患者	
1 0 2	移動可能寝台	
1 0 6	マグネット	40
1 1 0	アイソセンタ	
1 1 2	呼吸器系	
1 1 4	モニタ	
1 1 6	モニタ	
1 1 8	モニタ	

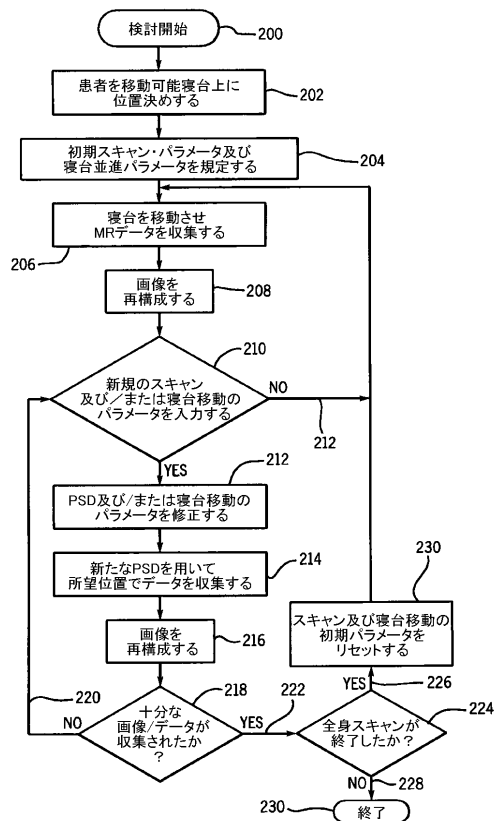
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100137545

弁理士 荒川 聡志

(74)代理人 100105588

弁理士 小倉 博

(74)代理人 100106541

弁理士 伊藤 信和

(72)発明者 ピンセント・ビー・ホー

アメリカ合衆国、メリーランド州、ノース・ベテスダ、キャッスルゲート・コート、11908番

(72)発明者 トマス・ケーエフ・フー

アメリカ合衆国、メリーランド州、ボトマク、アンプルサイド・ドライブ、12005番

審査官 大 瀬 裕久

(56)参考文献 特開平07-184881(JP,A)

特開2002-095647(JP,A)

特開平08-191825(JP,A)

国際公開第02/082996(WO,A1)

特開2000-079107(JP,A)

特開2003-135429(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/055