

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6813576号

(P6813576)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月21日(2020.12.21)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z

請求項の数 43 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2018-521877 (P2018-521877)	(73) 特許権者	511268166
(86) (22) 出願日	平成28年10月20日 (2016.10.20)		メドトロニック・ナビゲーション, インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2018-535748 (P2018-535748A)		アメリカ合衆国コロラド州80027, ルイスビル, コール・クリーク・サークル826
(43) 公表日	平成30年12月6日 (2018.12.6)	(74) 代理人	100140109
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/057945		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開番号	W02017/074792	(74) 代理人	100118902
(87) 国際公開日	平成29年5月4日 (2017.5.4)		弁理士 山本 修
審査請求日	令和1年10月21日 (2019.10.21)	(74) 代理人	100106208
(31) 優先権主張番号	14/925,440		弁理士 宮前 徹
(32) 優先日	平成27年10月28日 (2015.10.28)	(74) 代理人	100120112
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 中西 基晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 患者のX線量を最小化しつつ画質を維持するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の患者に対する患者パラメータ、処置パラメータ、および外科医パラメータを得るように構成された初期化モジュールであって、前記患者パラメータ、前記処置パラメータおよび前記外科医パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するように構成された初期化モジュールと、

(i) 前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、および (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るように構成され、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得された、画像モジュールと、

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするように構成された位置合せモジュールと、

画素パラメータ、または前記患者パラメータの1つに基づいて前記位置合せの結果に対応する画素データを処理するように構成された処理モジュールと、

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するように構成され、前記更新された設定と関連付けられるX線量が、前記第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、設定モジュールとを備えるシステム。

【請求項2】

前記画像モジュールが、前記X線源の第2の複数の設定に基づいて1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合を取得するように構成され、

10

20

前記第 2 の複数の設定が、前記第 1 の複数の設定とは異なる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

1 つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合が、1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の前に、かつ 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合と同じ処置の前または処置中に得られる、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合が、自動学習モードまたは手動モードで動作している間に取得される、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合が、後処理モードの間にメモリからアクセスされる、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

(i) 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の品質を判定し、(i i) 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の前記品質に基づいて前記画像モジュールに 1 つまたは複数の画像の第 2 のサンプル集合を取得するように命令するように構成された品質モジュールをさらに備える、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

前記画像モジュールが、(i) 前記処理モジュールが前記画素データを処理する前に最小サンプル集合が利用可能であるかどうかを判定し、(i i) 前記最小サンプル集合が利用可能でなければ、1 つまたは複数の画像の第 2 のサンプル集合を取得またはアクセスするように構成される、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 8】

1 つまたは複数の画像の前記第 2 のサンプル集合が、前記第 1 の患者の前記関心領域についてであるか、または第 2 の患者の関心領域についてである、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記患者パラメータが、前記第 1 の患者に対応するパラメータおよび第 2 の患者に対応するパラメータを含み、

前記外科医パラメータが、複数の外科医に対する外科医パラメータを含む、
請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 10】

前記設定モジュールが、前記第 1 の患者の大きさ、前記患者の前記関心領域、1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合および 1 つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合の画素強度レベル、および 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の連続性に基づいて、前記 X 線源に対する更新された設定を決定するように構成される、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 11】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の前記連続性が、1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合と 1 つまたは複数の画像の他の記憶されたサンプル集合との間の類似性を指す、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

設定モジュールが、自動学習モードの間に、(i) 前記第 1 の複数の設定を前記更新された設定に調節し、(i i) 外科医に前記更新された設定の確認を促すように構成される、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記設定モジュールが、手動モードの間に、(i) 前記第 1 の複数の設定を調節することなく外科医に前記更新された設定を気付かせ、(i i) 入力を受信され、前記更新された設定の確認を示していれば、前記第 1 の複数の設定を前記更新された設定に調節するように構成される、請求項 10 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記第1の複数の設定が、第1の処置の間に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を取得するために使用され、

前記設定モジュールが、前記第1の複数の設定を、第2の処置に対する1つまたは複数の画像の予め設定された、または更新されたマスタサンプル集合として記憶するように構成される、請求項10に記載のシステム。

【請求項 15】

前記位置合せモジュールが、(i) 1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を、1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合と位置合せするために回転させ、かつそのズームレベルを調節し、(ii) 1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合との1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合の位置合せを検証するように構成される、請求項1～14のいずれか一項に記載のシステム。

10

【請求項 16】

処置のための前記第1の複数の設定の1つまたは複数の、(i) 前記処置のために使用される典型的な設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲、または(ii) 前記処置のための推奨設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲外であるかどうかを示すフィードバックを提供するように構成されたフィードバックモジュールをさらに備える、請求項1～15のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 17】

前記第1の複数の設定の1つまたは複数の1つまたは複数の範囲外であり、前記第1の複数の設定の使用から生じるX線量が所定の閾値を超えることを示していることを示す警告信号を生成するように構成された閾値モジュールをさらに備える、請求項1～16のいずれか一項に記載のシステム。

20

【請求項 18】

第1の患者に対する患者パラメータ、処置パラメータ、および外科医パラメータを得、前記患者パラメータ、前記処置パラメータおよび前記外科医パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するステップと、

(i) 前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、および(ii) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るステップであって、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得された、ステップと、

30

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするステップと、

画素パラメータ、または前記患者パラメータの1つに基づいて前記位置合せの結果に対応する画素データを処理するステップと、

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するステップであって、前記更新された設定と関連付けられるX線量が、前記第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、ステップとを含む方法。

【請求項 19】

前記X線源の第2の複数の設定に基づいて1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合を取得するステップをさらに含み、

40

前記第2の複数の設定が、前記第1の複数の設定とは異なる、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合が、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合の前に、かつ1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合と同じ処置の前または処置中に得られる、請求項18または19に記載の方法。

【請求項 21】

1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、自動学習モードまたは手動モードで動作している間に取得される、請求項18～20のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 2 2】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合が、後処理モードの間にメモリからアクセスされる、請求項 1 8 ～ 2 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の品質を判定するステップと、

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の前記品質に基づいて 1 つまたは複数の画像の第 2 の集合を取得するステップとをさらに含む、請求項 1 8 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記画素データを処理する前に最小サンプル集合が利用可能であるかどうかを判定するステップと、

前記最小サンプル集合が利用可能でなければ、1 つまたは複数の画像の第 2 のサンプル集合を取得またはアクセスするステップとをさらに含む、請求項 1 8 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 5】

1 つまたは複数の画像の前記第 2 のサンプル集合が、前記第 1 の患者の前記関心領域についてであるか、または第 2 の患者の関心領域についてである、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記患者パラメータが、前記第 1 の患者に対応するパラメータおよび第 2 の患者に対応するパラメータを含み、

前記外科医パラメータが、複数の外科医に対する外科医パラメータを含む、請求項 1 8 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記第 1 の患者の大きさ、前記患者の前記関心領域、1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合および 1 つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合の画素強度レベル、および 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の連続性に基づいて、前記 X 線源に対する更新された設定を決定するステップをさらに含む、請求項 1 8 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 8】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合の前記連続性が、1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合と 1 つまたは複数の画像の他の記憶されたサンプル集合との間の類似性を指す、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】

自動学習モードの間に、(i) 前記第 1 の複数の設定を前記更新された設定に調節するステップと、(i i) 外科医に前記更新された設定の確認を促すステップとをさらに含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 0】

手動モードの間に、(i) 前記第 1 の複数の設定を調節することなく外科医に前記更新された設定を気付かせるステップと、(i i) 入力を受信され、前記更新された設定の確認を示していれば、前記第 1 の複数の設定を前記更新された設定に調節するステップとをさらに含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記更新された設定を、第 2 の処置に対する 1 つまたは複数の画像の予め設定された、または更新されたマスタサンプル集合として記憶するステップをさらに含む、

前記第 1 の複数の設定が、第 1 の処置の間に 1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合を取得するために使用され、

前記第 2 の処置が、前記第 1 の処置の後に行われる、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 2】

1 つまたは複数の画像の前記第 1 のサンプル集合を、1 つまたは複数の画像の前記マス

10

20

30

40

50

タサンプル集合と位置合せするために回転させ、かつそのズームレベルを調節するステップと、

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合との1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合の位置合せを検証するステップとをさらに含む、請求項18～31のいずれか一項に記載の方法。

【請求項33】

処置のための前記第1の複数の設定の1つまたは複数の、(i)前記処置のために使用される典型的な設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲、または(ii)前記処置のための推奨設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲外であるかどうかを示すフィードバックを提供するステップをさらに含む、請求項18～32のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項34】

前記第1の複数の設定の1つまたは複数の1つまたは複数の範囲外であり、前記第1の複数の設定の使用から生じるX線量が所定の閾値を超えることを示していることを示す警告信号を生成するステップをさらに含む、請求項18～33のいずれか一項に記載の方法。

【請求項35】

第1の患者に対する患者パラメータを得るように構成された初期化モジュールであって、前記患者パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するように構成された初期化モジュールと、

(i)前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、および(ii)1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るように構成され、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得される、画像モジュールと、

20

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするように構成された位置合せモジュールと、

前記位置合せの結果に対応するデータを処理するように構成された処理モジュールと、

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するように構成され、前記更新された設定と関連付けられるX線量が、前記第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、設定モジュールとを備えるシステム。

【請求項36】

30

(i)1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合の品質を判定し、(ii)1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合の前記品質に基づいて前記画像モジュールに1つまたは複数の画像の第2の集合を取得するように命令するように構成された品質モジュールをさらに備える、請求項35に記載のシステム。

【請求項37】

処置のための前記第1の複数の設定の1つまたは複数の、(i)前記処置のために使用される典型的な設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲、または(ii)前記処置のための推奨設定の1つまたは複数のそれぞれの範囲外であるかどうかを示すフィードバックを提供するように構成されたフィードバックモジュールをさらに備える、請求項35又は36に記載のシステム。

40

【請求項38】

前記第1の複数の設定の1つまたは複数の1つまたは複数の範囲外であり、前記第1の複数の設定の使用から生じるX線量が所定の閾値を超えることを示していることを示す警告信号を生成するように構成された閾値モジュールをさらに備える、請求項35～37のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項39】

第1の患者に対する患者パラメータを得るステップと、

前記患者パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するステップと、

、

(i)前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、およ

50

び (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るステップであって、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得される、ステップと、

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするステップと、

前記位置合せの結果に対応するデータを処理するステップと、

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するステップであって、前記更新された設定と関連付けられるX線量が、前記第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、ステップとを含む方法。

【請求項40】

10

第1の患者に対して用いられるパラメータを得るように構成された初期化モジュールであって、前記パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するように構成された初期化モジュールと、

(i) 前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、および (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るように構成され、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得される、画像モジュールと、

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするように構成された位置合せモジュールと、

前記位置合せの結果に対応するデータを処理するように構成された処理モジュールと、

20

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するように構成される、設定モジュールとを備えるシステム。

【請求項41】

類似する患者及び処置パラメータに対する第2の外科医のX線源パラメータと比較した第1の外科医のX線源パラメータを監視するように構成される、外科医評価モジュールを更に備える、請求項40に記載のシステム。

【請求項42】

第1の患者に対して用いるパラメータを得るステップと、

前記パラメータに基づいてX線源に対する第1の複数の設定を選択するステップと、

(i) 前記第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合、および (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るステップであって、1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合が、前記X線源が前記第1の複数の設定に従って動作した結果として取得される、ステップと、

30

1つまたは複数の画像の前記マスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の前記第1のサンプル集合を位置合せするステップと、

前記位置合せの結果に対応するデータを処理するステップと、

前記第1の複数の設定を調節して更新された設定を提供するステップであって、前記更新された設定と関連付けられるX線量が、前記第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、ステップとを含む方法。

【請求項43】

40

前記第1の患者に対して用いるパラメータを得るステップが、少なくとも1人の患者から患者パラメータを、少なくとも1つの処置から処置パラメータを、そして、少なくとも1人の外科医から外科医パラメータを得るステップを含む、請求項42に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001]本開示はX線撮像システムに関し、特にX線スキャナのX線量を制御するための制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

50

[0002]本項は本開示に関連する背景情報を提供するが、必ずしも先行技術ではない。

[0003]ヒト患者などの被検者は、患者の解剖学的構造を矯正または強化するために、外科的処置を選択すること、または受けることを求められることがある。解剖学的構造の強化は、骨の移動もしくは造成、埋込装置の挿入、または他の適切な処置など、様々な処置を含むことができる。外科医は患者の画像に基づいて患者に処置を行うことができるが、それらの画像は、撮像システムを有するX線スキャナを使用して取得され得る。画像は処置の前、間および／または後に取得されてもよい。撮像システムは、たとえば、Medtronic, Inc. によって販売されるものなどのO-Arm（登録商標）医用撮像システム、またはCアーム撮像システムでもよい。画像は、撮像システムの動作モードに応じて蛍光透視または放射線画像でもよい。

10

【0003】

[0004]患者の取得された画像は、外科医が処置を計画して行う他に、処置の結果を評価するのを支援することができる。外科医は患者の2次元画像または3次元画像表現を選択してもよい。画像は、外科医が処置を行うときに（外皮および筋組織を含む）上部組織を除去することなく患者の解剖学的構造を見られるようにすることによって、外科医が低侵襲手技で処置を行うのを支援することができる。

【0004】

[0005]Oアーム撮像システムは「O」形のガントリおよび「O」形の回転体を含む。Cアーム撮像システムは「C」形のガントリおよび「C」形の回転体を含む。これらの撮像システムの各々は、典型的には、対応する回転体上に互いに反対側に装着されるX線源およびX線検出器を含む。X線源の各々はX線を発生し、それらは被検者に向けられる。X線検出器の各々は、X線が被検者を通過した後に、X線を検出する。

20

【0005】

[0006]例として、撮像システムはX線源、X線検出器および発電機を含んでもよい。発電機は低電圧（たとえば、400ボルト（V））を高電圧（たとえば、150キロボルト（kV））に変換する。高電圧はX線源に提供されてX線を発生させる。同じ投与期間および電流量であれば、低電圧が高いほど、したがって高電圧が高いほど、患者によって受け取られるX線の線量は高くなる。同様に、同じ低電圧であれば、電流レベルが高いほど、かつ／または投与期間が長いほど、患者によって受け取られるX線の線量は高くなる。

【0006】

30

[0007]電圧、電流および投与期間は外科医（またはシステムオペレータ）によって調節され得る。外科医は、改善された画像を提供しようとして電圧、電流および／または投与期間を直観的に増加させてもよい。これは、患者に対するX線量を増加させるだけでなく、取得される画像の品質を低下させることもある。電圧、電流および／または投与期間を増加させることで、X線検出器に過負荷がかけられ、画像が「粗く」かつ／もしくは「まだらに」なり、かつ／または処置の間に画質が低下するようになることがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本願発明の一実施例は、例えば、患者のX線量を最小化しつつ画質を維持するための装置および方法に関する。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

[0008]本項は本開示の一般的な概要を提供し、その全範囲またはその特徴のすべての包括的な開示ではない。様々な実施形態によれば、初期化モジュール、撮像モジュール、位置合せモジュール、処理モジュールおよび設定モジュールを含むシステムが提供される。初期化モジュールは、患者に対する患者パラメータ、処置パラメータ、および外科医パラメータを得るように構成される。初期化モジュールは、患者パラメータ、処置パラメータおよび外科医パラメータに基づいてX線源に対する第1の設定を選択するように構成される。画像モジュールは、（i）第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサ

50

ンプル集合および (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るように構成される。1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合は、第1の設定に従って動作するX線源の結果として取得された。位置合せモジュールは、1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合を位置合せするように構成される。処理モジュールは、画素パラメータ、または患者パラメータの1つに基づいて位置合せの結果に対応する画素データを処理するように構成される。設定モジュールは、第1の設定を調節して更新された設定を提供するように構成される。更新された設定と関連付けられるX線量は、第1の設定と関連付けられるX線量より少ない。

【0009】

[0009]他の特徴では、方法が提供され、第1の患者に対する患者パラメータ、処置パラメータ、および外科医パラメータを得るステップであって、初期化モジュールが、患者パラメータ、処置パラメータおよび外科医パラメータに基づいてX線源に対する第1の設定を選択するように構成される、ステップを含む。本方法は、(i)第1の患者の関心領域の1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合および (i i) 1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合を得るステップであって、1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合が、第1の複数の設定に従って動作するX線源の結果として取得された、ステップをさらに含む。本方法は、1つまたは複数の画像のマスタサンプル集合に1つまたは複数の画像の第1のサンプル集合を位置合せするステップと、画素パラメータ、または患者パラメータの1つに基づいて位置合せの結果に対応する画素データを処理するステップと、第1の設定を調節して更新された設定を提供するステップであって、更新された設定と関連付けられるX線量が第1の複数の設定と関連付けられるX線量より少ない、ステップとをまださらに含む。

【0010】

[0010]適用性のさらなる範囲は、本明細書に提供される記載から明らかになるであろう。本概要における記載および具体例は例示の目的のためにのみ意図され、本開示の範囲を限定するものとは意図されない。

【0011】

[0011]本明細書に記載される図面は、すべての可能な実装ではなく選択された実施形態の例示目的のみのためであり、本開示の範囲を限定するものとは意図されない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】[0012]本開示の実施形態に従う線源制御モジュールをもつ処置手術システムを含む撮像ネットワークの機能ブロック図である。

【図2】[0013]本開示の実施形態に従う線源制御モジュールを含む撮像システムの環境図である。

【図3】[0014]図1または2の撮像システムの一部の機能ブロック図である。

【図4】[0015]本開示の実施形態に従うナビゲーション処理モジュールの機能ブロック図である。

【図5A】[0016]本開示の実施形態に従う処置手術システムを動作させる方法を例示する。

【図5B】本開示の実施形態に従う処置手術システムを動作させる方法を例示する。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[0017]画質を維持または改善し、かつ従来の撮像システムに比べて患者のX線量を最小化する撮像システムおよび方法が本明細書に開示される。開示される撮像システムは、様々な処置の間に発生されるX線量と関連付けられる撮像システムおよび外科医パラメータを監視、追跡および学習するインテリジェント撮像システムと考えられ得る。撮像システムは傾向を監視し、外科医にフィードバックを提供して、改善された画質および低減されたX線量のために設定を改善する。

【0014】

[0018]以下の記載は本質的に例示的なものであるにすぎない。図面を通じて、対応する参照数字が同様のまたは対応する部品および特徴を示すことが理解されるべきである。以下の教示は、Medtronic, Inc. によって販売されるものなどのO-Arm（登録商標）医用撮像システム、またはCアーム撮像システム、といった撮像システムに関して主に記載されているが、同教示は他の撮像システムに適用されてもよい。

【0015】

[0019]図1は、サーバ12、中央提供者装置14、ネットワーク16および処置手術システム18を含んでもよい撮像ネットワーク10を図示する。処置手術システムは、さらに以下に記載されるように、現場に設けられ、ナビゲーションシステムおよび撮像システムを含んでもよい。処置手術システム18の各々は線源制御モジュール19を含む。線源制御モジュール19は、処置手術システム18によって行われるX線撮像のためにX線源（図2にその例が図示される）を制御する。様々なパラメータが処置手術システム18で監視、追跡および記憶され、それらはネットワーク16を介して中央提供者装置14に送信されてもよい。線源制御モジュール19はX線撮像のための推奨設定を生成しても、および／または中央提供者装置14から推奨設定を受信してもよい。中央提供者装置14は、処置手術システム18から受信されたパラメータに基づいて推奨設定を生成してもよい。サーバ12、中央提供者装置14および処置手術システム18は、パラメータを記憶および送信するためのそれぞれのメモリおよびトランシーバを含んでもよい。ネットワーク16はローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、無線ネットワークなどでもよい。ネットワーク16はインターネットを含んでもよい。

【0016】

[0020]サーバ12は、処置レコード20、患者レコード22および外科医レコード24などのレコードの他、テーブル26を記憶してもよい。処置レコード20は、それぞれの処置に対応する処置パラメータを記憶してもよい。処置パラメータは推奨パラメータおよび／または提供者パラメータを含んでもよい。推奨パラメータは、監視、追跡および／もしくは履歴値、所定値、ならびに／または提供者パラメータに基づいて推奨されるパラメータでもよい。提供者パラメータは、提供者（たとえば、中央提供者装置14）によって推奨されるパラメータでもよい。推奨パラメータおよび提供者パラメータは各々、異なる処置の間に使用される、および異なる外科医によって行われる撮像システム設定を含んでもよい。撮像システム設定はX線源電圧（たとえば、キロボルトで）、発電機電圧、電流レベル（たとえば、ミリアンペアで）、投与期間（たとえば、秒で）および／または他の撮像システム設定を含んでもよい。推奨パラメータおよび提供者パラメータは、線源制御モジュール19および／または中央提供者装置14によって決定されてもよい。中央提供者装置14は、線源制御モジュール19によって収集および／または推奨されるパラメータに基づいて推奨パラメータおよび／または提供者パラメータを生成してもよい。

【0017】

[0021]患者レコード22は各々、患者パラメータを含んでもよい。患者レコードの各々は特定の患者および対応する処置に対するパラメータを含んでもよい。複数の処置を受けた、または受けることになる患者に対して2つ以上のレコードが記憶されてもよい。各レコードのための患者パラメータは、患者識別子（ID）、患者の体重、1つもしくは複数の関心領域（ROI）、患者の大きさ（たとえば、患者の寸法）、患者の一部分もしくはは全身の体積、患者の器官、骨、ROIもしくは他の部分の形状、性、年齢、病歴、解剖学的構造のID（たとえば、患者の頭蓋、膝、脊椎もしくは他の部分のID）、ROIのID、および／または他の患者パラメータを含んでもよい。患者の大きさおよび／または体重は患者における脂肪組織の百分率を示すことができる。ROIは1つまたは複数の身体部分を含んでもよい。患者の寸法は患者の身体部分および／または全身の寸法を含んでもよい。寸法は、たとえば高さ、幅、長さを含む単純なものでもよく、または身体部分もしくは全身の周囲（もしくは外寸）を特定する複雑な寸法でもよい。寸法は内臓または骨についてでもよい。寸法はROIについてでもよい。

【0018】

[0022] 外科医レコードはそれぞれの外科医および対応する処置に対するパラメータを含んでもよい。各レコードは、特定の外科医、特定の処置、および／または同様の患者パラメータを有する1人もしくは複数の患者と関連付けられてもよい。各レコードは外科医パラメータを含んでもよく、それらは外科医のID、各患者に対する低および／または高X線源電圧、発電機電圧、発電機電流レベル、各患者に対するX線源電流レベル、特定の処置のための典型的な外科医低および／または高X線源電圧、特定の処置のための典型的な外科医X線源電流レベル、最後に使用された低および／または高X線源電圧、最後に使用されたX線源電流レベル、特定の患者に対する投与期間、典型的なおよび／または最後に使用された投与期間、X線源デューティサイクル、X線源導通期間、X線源非導通期間などを含んでもよい。

10

【0019】

[0023] テーブル26は、レコード20、22、24に記憶されたパラメータおよび／または設定を推奨X線源設定に関連させてもよい。テーブル26は静的ではなく、むしろ行われる処置の前、間および／または後に継続的に修正および追加されてもよい。推奨X線源設定は決定される画質値およびX線量に基づいてもよい。推奨X線源設定は、上記に記載されたように、予め決定されても、線源制御モジュール19の1つもしくは複数によって決定されても、および／または中央提供者装置14によって決定されてもよい。推奨X線源設定は、画像制御モジュール（図2にその例が図示される）および／もしくは線源制御モジュール19によって決定される、ならびに／または対応する行われた処置の間および／もしくは後に外科医によって指示される画質値に基づいてもよい。指示された画質値は線源制御モジュール19に外科医によって入力されてもよい。処置は死体または生きている患者になされてもよい。

20

【0020】

[0024] 図2は、手術室（または手術室の内部）30および被検者（たとえば、患者）32に処置を行うユーザ31（たとえば、内科医）を図示する。処置を行う際に、ユーザ31は撮像システム33を使用して患者32の画像データを取得する。患者32の取得された画像データは2次元（2D）または3次元（3D）画像を含むことができる。取得された画像データを使用して、モデルが生成されてもよい。モデルは、代数的反復技法を含む様々な技法を使用して、取得された画像データに基づいて生成される3次元（3D）立体モデルとすることができる。画像データ（34で示される）は表示装置35に表示され得、追加的に、撮像コンピューティングシステム36と関連付けられる表示装置36aに表示されてもよい。表示された画像データ34は、2D画像、3D画像、および／または時間変化する4D画像を含んでもよい。表示された画像データ34は、取得された画像データ、生成された画像データ、ならびに／または取得されたおよび生成された画像データの組合せも含んでもよい。

30

【0021】

[0025] 患者32から取得される画像データは2D投影として取得されてもよい。2D投影は次いで、患者32の3D立体画像データを再構成するために使用されてもよい。また、3D立体画像データから、理論的または順方向2D投影が生成されてもよい。したがって、画像データは、2D投影および／または3D立体モデルを提供するために使用されてもよい。

40

【0022】

[0026] 表示装置35はコンピューティングシステム37の一部でもよい。コンピューティングシステム37は各種のコンピュータ可読媒体を含んでもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピューティングシステム37によってアクセスされる任意の入手可能な媒体でよく、かつ揮発性媒体および不揮発性媒体、ならびに取り外し式媒体および非取り外し式媒体を共に含んでもよい。例として、コンピュータ可読媒体はコンピュータ記憶媒体および通信媒体を含んでもよい。記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリもしくは他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）もしくは他の光ディスク記憶デバイス、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶デバイス

50

もしくは他の磁気記憶デバイス、またはコンピュータ可読命令、ソフトウェア、データ構造、プログラムモジュールおよび他のデータを記憶するために使用され得、かつコンピューティングシステム 37 によってアクセスされ得る任意の他の媒体を含むが、それに限定されない。コンピュータ可読媒体は直接に、またはインターネットなどのネットワークを通じてアクセスされてもよい。

【0023】

[0027] 1つの例では、コンピューティングシステム 37 は、キーボードなどの入力装置 38、およびコンピューティングシステム 37 と結合されてもよい 1 つまたは複数のプロセッサ 39（1 つまたは複数のプロセッサは、複数処理コアプロセッサ、マイクロプロセッサなどを含んでもよい）を含むことができる。入力装置 38 は、タッチパッド、タッチペン、タッチスクリーン、キーボード、マウス、ジョイスティック、トラックボール、ワイヤレスマウス、可聴制御またはその組合せなど、ユーザがコンピューティングシステム 37 とインタフェースすることを可能にするのに適する任意の装置を含んでもよい。さらには、コンピューティングシステム 37 が、表示装置 35 から分離した入力装置 38 を備えるとして本明細書に記載および例示されるのに対して、コンピューティングシステム 37 はタッチパッドまたはタブレットコンピューティング装置を含んでもよく、かつコンピューティングシステム 37 内に統合されても、またはその一部でもよい。コンピューティングシステム 37 と表示装置 35 との間に、接続（または通信線）40 がデータ通信のために設けられて、表示装置 35 を駆動することが画像データ 34 を例示できるようにしてもよい。

【0024】

[0028] 撮像システム 33 は、O アーム撮像システム、C アーム撮像システムまたは他の適切な撮像システムでもよい。撮像システム 33 は、移動カート 41、撮像コンピューティングシステム 36 およびガントリ 42（または X 線スキャナガントリ）を含んでもよい。ガントリ 42 は、X 線源 43、コリメータ（図示せず）、多列検出器 44、平面検出器 45 および回転体 46 を含む。X 線源 43 は発電機を含んでもよく、かつ／または発電機に接続されてもよい。図 2 を参照すると、移動カート 41 は 1 つの手術室から別の手術室へ移動されてもよく、ガントリ 42 は移動カート 41 に対して移動されてもよい。これは、撮像システム 33 が可動であり、かつ固定撮像システムに費やされる資本支出または空間を必要とすることなく様々な処置のために使用されるようにする。ガントリ 42 が可動であるとして図示されているが、ガントリ 42 は移動カート 41 に接続されなくてもよく、固定位置にあってもよい。

【0025】

[0029] ガントリ 42 は撮像システム 33 のアイソセンタを定めてもよい。この点に関しては、ガントリ 42 を通る中心線 C1 が撮像システム 33 のアイソセンタまたは中心を定める。一般に、患者 32 はガントリ 42 の中心線 C1 に沿って位置決めされ得、そのため患者 32 の前後軸が撮像システム 33 のアイソセンタと合わせられる。

【0026】

[0030] 撮像コンピューティングシステム 36 は、多列検出器 44、平面検出器 45 および回転体 46 の移動、位置決めおよび調節を独立して制御して、プロセッサ 39 の画像処理モジュール 47 を介する画像データ取得を可能にしてもよい。処理された画像は表示装置 35 に表示されてもよい。

【0027】

[0031] 動作中、X 線源 43 は患者 32 を通して X 線を発し、それらは多列検出器 44 または平面検出器 45 によって検出される。X 線源 43 によって発される X 線はコリメータによって整形されて、多列検出器 44 または平面検出器 45 による検出のために発されてもよい。コリメータは 1 つまたは複数のリーフを含んでもよく、それらは X 線源 43 によって発される X 線を整形するように制御されてもよい。コリメータは、X 線源 43 によって発される X 線を、多列検出器 44 および平面検出器 45 の形状と一致するビームに整形してもよい。多列検出器 44 は、軟組織の領域など、解剖学的構造の低コントラスト領域

の画像データを取得するために選択されてもよい。平面検出器 4 5 は、骨など、解剖学的構造の高コントラスト領域の画像データを取得するために選択されてもよい。X線源 4 3、コリメータ、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 は各々、回転体 4 6 に連結および／または装着されてもよい。

【0028】

[0032] 多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 は、(i) ガントリ 4 2 内で X線源 4 3 およびコリメータから正反対であり、かつ (ii) 互いに対して、ならびに X線源 4 3 およびコリメータと位置合せするように独立して移動可能であるように、回転体 4 6 に連結されてもよい。1つの例では、多列検出器 4 4 は、平面検出器 4 5 が多列検出器 4 4 に隣接するように位置決めされてもよい。1つの代替例では、平面検出器 4 5 は、平面検出器 4 5 を使用する画像が取得されるときに、多列検出器 4 4 上を移動されて X線源 4 3 と位置合せしてもよい。別の例では、多列検出器 4 4 は平面検出器 4 5 上に位置決めされてもよい。さらなる代替案として、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 は各々別々に移動可能でもよく、そのため選択された多列検出器 4 4 または平面検出器 4 5 が X線源 4 3 およびコリメータと位置合せされてもよい。多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 の選択された一方は、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 の選択された一方が X線源 4 3 およびコリメータから実質的に反対の、または約 180 度離れたときに、X線源 4 3 およびコリメータと位置合せされてもよい。

【0029】

[0033] X線源 4 3、コリメータ、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 が回転体 4 6 に連結するので、X線源 4 3、コリメータ、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 は、患者 3 2 のまわりにガントリ 4 2 内で移動可能である。したがって、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 は、矢印 4 8 によって示されるように、患者 3 2 のまわりに 360° 運動で回転され得る。X線源 4 3 およびコリメータは、X線源 4 3 およびコリメータが多列検出器 4 4 または平面検出器 4 5 から略 180° 離れ、それらと反対のままであるように、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 の少なくとも一方と協力して移動してもよい。

【0030】

[0034] ガントリ 4 2 は複数の運動自由度を有する。ガントリ 4 2 は、患者 3 2 が配置される台 4 9 に対して等軸に左右揺動または旋回されてもよい（本明細書で等左右揺れとも称される）。等軸旋回は矢印 5 0 によって示される。ガントリ 4 2 は、(矢印 5 1 によって示されるように) 患者 3 2 に対して傾けられても、(矢印 5 2 によって示されるように) 患者 3 2 に対して前後に移動されても、(矢印 5 3 によって示されるように) 移動カート 4 1 に対して上下に、かつ患者 3 2 に直角に移動されても、および (矢印 5 4 によって示されるように) 移動カート 4 1 から離れて、またはその方へ移動されてもよい。ガントリ 4 2 のこれらの異なる運動自由度は、X線源 4 3、コリメータ、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 が患者 3 2 に対して位置決めされるようにする。

【0031】

[0035] 撮像システム 3 3 は、患者 3 2 に対して X線源 4 3、コリメータ、多列検出器 4 4 および平面検出器 4 5 を移動させて患者 3 2 の正確な画像データを生成するために、撮像コンピューティングシステム 3 6 によって正確に制御されてもよい。加えて、撮像システム 3 3 は、撮像システム 3 3 からプロセッサ 3 9 への有線もしくはワイヤレス接続または物理媒体転送を含む接続 5 5 を介してプロセッサ 3 9 と接続されてもよい。したがって、撮像システム 3 3 で収集される画像データはまた、ナビゲーション、表示、再構成などのために、撮像コンピューティングシステム 3 6 からコンピューティングシステム 3 7 へ転送されてもよい。

【0032】

[0036] 撮像システム 3 3 は非ナビゲートまたはナビゲート処置の間にも使用されてもよい。ナビゲート処置では、患者 3 2 に対するナビゲーション領域内で場を発生させる、または信号を受信もしくは送信するために、光学ローカライザ 6 0 および電磁ローカライザ 6 2 の一方または両方を含むローカライザが使用されてもよい。所望により、ナビゲート

処置を行うことと関連付けられる構成部品は撮像システム 33 内に統合されてもよい。患者 32 に対するナビゲート空間またはナビゲーション領域は、ナビゲーション領域内に定められるナビゲーション空間および画像データ 34 によって定められる画像空間の登録を許容するために、画像データ 34 に登録されてもよい。画像データ 34 への患者 32 の登録の動的登録および維持を可能にするために、患者追跡器（または動的参照フレーム）64 が患者 32 に接続されてもよい。

【0033】

[0037]ナビゲーションシステム 81 を介してナビゲート処置を可能にするために、次いで器具 66 が患者 32 に対して追跡されてもよい。器具 66 は、光学ローカライザ 60 または電磁ローカライザ 62 の一方または両方で器具 66 の追跡を可能にするために、光学追跡装置 68 および／または電磁追跡装置 70 を含んでもよい。器具 66 はナビゲーションインタフェース装置 74 との通信線 72 を含んでもよく、その装置は電磁ローカライザ 62 および／または光学ローカライザ 60 と通信してもよい。ナビゲーションインタフェース装置 74 は次いで、通信線 80 を介してプロセッサ 47 と通信してもよい。接続または通信線 40、55、76、78 または 80 は、図示されるようにワイヤベースであることができ、または対応する装置は互いとワイヤレスで通信してもよい。

【0034】

[0038]器具 66 は介入器具および／またはインプラントでもよい。インプラントは、心室または血管ステント、脊椎インプラント、神経ステントなどを含んでもよい。器具 66 は、脳深部または神経刺激器、アブレーション装置または他の適切な器具などの介入器具でもよい。器具 66 を追跡することは、登録された画像データ 34 を使用して、かつ患者 32 内の器具 66 を直接見ることなく、患者 32 に対する器具 66 の場所を見ることを可能にする。たとえば、器具 66 は、画像データ 34 に重畳されるアイコンとしてグラフィカルに例示されてもよい。

【0035】

[0039]さらに、撮像システム 33 は、それぞれの光学ローカライザ 60 または電磁ローカライザ 62 で追跡されることになる光学追跡装置 82 または電磁追跡装置 84 などの追跡装置を含んでもよい。追跡装置 82、84 は、選択される参照フレームに対する X 線源 43、多列検出器 44、平面検出器 45、回転体 46 および／またはガントリ 42 の場所または位置を決定するために、X 線源 43、多列検出器 44、平面検出器 45、回転体 46、ガントリ 42 または撮像システム 33 の他の適切な部品と直接関連付けられてもよい。例示されるように、追跡装置 82、84 はガントリ 42 のハウジングの外面に位置決めされてもよい。したがって、画像データ 34 に対する患者 32 の初期登録、自動登録または継続登録を可能にするために、器具 66 を含む撮像システム 33 の部分が患者 32 に対して追跡されてもよい。

【0036】

[0040]画像処理モジュール（IPM）47 は入力装置 36c からユーザ入力データを受信してもよく、表示装置 35 または表示装置 36a に画像データ 34 を出力してもよい。ユーザ入力データは、患者 32 の画像データを取得する要求を含んでもよい。ユーザ入力データに基づいて、IPM 47 は検出器信号および運動信号を生成してもよい。検出器信号は、画像取得のための選択される検出器を含んでもよい。運動信号は、回転体 46 が画像データを取得するために選択場所に移動する運動プロファイルを含んでもよい。運動信号は、IPM 47 からガントリ制御モジュール 85 へ提供される指令または命令信号でもよい。ガントリ制御モジュール 85 はガントリ 42 内かつ回転体 46 上に含まれ、命令信号に基づいて回転体 46 を位置決めしてもよい。

【0037】

[0041]プロセッサ 39 または移動カート 41 は、ナビゲーション制御モジュール（NCM）87 および線源制御モジュール（SCM）89（たとえば、図 1 の SCM 19 の 1 つ）を含んでもよい。NCM 87 は患者 32 に対して器具 66 を追跡して、処置を行うために画像データ 34 に対する器具 66 の追跡場所の例示を可能にする。SCM 89 は X 線源

パラメータ（たとえば、X線源電圧、電流レベルおよび／または投与期間）を制御、監視、追跡、調節および／または設定してもよい。SCM89は、以前に使用された、現在のおよび／または入力されたX線源パラメータに基づいて処置、患者、外科医および／または推奨パラメータにアクセスしてもよい。SCM89は、アクセスされた処置、患者、外科医および／もしくは推奨パラメータならびに／または以前に使用された、現在のおよび／もしくは入力されたX線源パラメータに基づいて推奨X線源パラメータを提供してもよい。これは以下にさらに詳細に記載される。IPM47、NCM87およびSCM89は互いと通信してデータを共有してもよい。IMP47、NCM87およびSCM89は、図示されるように別々のモジュールとして実装されてもよく、または単一のモジュールとして実装されてもよい。

10

【0038】

[0042] IMP47、NCM87およびSCM89は、撮像コンピューティングシステム36内に、移動カート30上に、またはプロセッサ26の一部として実装されてもよい。IPM47および／またはSCM89はX線源43にソース信号を送信してもよい。ソース信号は、少なくとも1つまたは複数のX線パルスを出力する、または発するようにX線源43に指令してもよい。X線パルスは、SCM89によって設定されるX線源パラメータに基づいて発生される。IPM47および／またはSCM89はコリメータにコリメータ信号を送信してもよい。コリメータ信号は1つまたは複数の平行X線パルスの選択形状を示してもよい。平行X線パルスの選択形状は、多列検出器44および平面検出器45の選択された一方に対応してもよい。この点に関して、多列検出器44が選択されれば、平行X線パルスは、多列検出器44の形状と一致するようにコリメータによって整形されてもよい。平面検出器45が選択されれば、平行X線パルスは、平面検出器45の形状と一致するようにコリメータによって整形されてもよい。

20

【0039】

[0043] IPM47は入力として多列検出器信号も受信してもよく、それは多列検出器44によって検出される1つまたは複数の平行X線パルスを含んでもよい。画像処理モジュール47は入力として平面検出器信号を受信してもよく、それは平面検出器45によって検出される1つまたは複数の平行X線パルスを含んでもよい。受信された平行X線パルスに基づいて、画像処理モジュール47は画像データ34を生成してもよい。

【0040】

[0044] 1つの例では、画像データ34は単一の2D画像を含んでもよい。別の例では、画像処理モジュール47は、患者32の関心領域の初期3Dモデルの自動再構成を行ってもよい。3Dモデルの再構成は、最適化のための代数的技法を使用してなど、任意の適切な方法で行われてもよい。代数的技法は、期待値最大化（EM）、オーダーサブセットEM（OS-EM）、同時代数的再構成技法（SART）および全変動最小化を含んでもよい。3D立体再構成は2D投影に基づいてもたらされてもよい。

30

【0041】

[0045] 代数的技法は、画像データ34としての表示のための患者32の再構成を行うために反復プロセスを含んでもよい。たとえば、「理論的」患者の地図もしくは定型モデルに基づく、またはそれから生成される純粋または理論画像データ投影は、理論投影画像が患者32の取得される2D投影画像データと一致するまで、反復的に変化されてもよい。次いで、定型モデルは、患者32の取得された2D投影画像データの3D立体再構成モデルとして適切に変更されてもよく、かつナビゲーション、診断または介入計画などの外科的介入に使用されてもよい。この点に関して、定型モデルは患者32の解剖学的構造に関する追加の詳細を提供してもよく、それはユーザ31が外科的介入を効率的に計画することを可能にしてもよい。理論モデルは理論画像データと関連付けられて理論モデルを構成してもよい。このようにして、モデルまたは画像データ34は、撮像システム33で患者32から取得される画像データに基づいて構築されてもよい。IPM47は表示装置36aに画像データ34を出力してもよい。

40

【0042】

50

[0046] プロセッサ 39 は、入力として IPM 47 から検出器信号および運動信号を受信してもよい。プロセッサ 39 は、検出器信号および／または運動信号に基づいて、GCM 85 に制御信号を（ワイヤを介して、またはワイヤレスで）送信してもよい。GCM 85 は回転体 46 上に設けられてもよい。検出器信号に基づいて、GCM 85 は第 1 の移動信号を生成して、多列検出器 44 または平面検出器 45 の選択された一方を X 線源 43 およびコリメータと位置合せするように移動させてもよい。運動信号に基づいて、GCM 85 は回転体 46 に対する第 2 の移動信号も生成して、回転体 42 を患者 32 に対してガントリ 42 内で移動または回転させてもよい。患者 32 のまわりの X 線源 43、コリメータ、多列検出器 44 および平面検出器 45 の移動が制御されて、患者 32 に対する選択場所および向きで画像データを取得してもよい。

10

【0043】

[0047] 2D 画像データは回転体 46 の複数の環状位置の各々で取得されてもよい。3D 画像データは 2D 画像データに基づいて生成されてもよい。また、ガントリ 42、X 線源 43、多列検出器 44 および平面検出器 45 は円形に移動されなくてもよく、むしろ渦巻螺旋、または患者 32 のまわりの、もしくは患者に対する他の旋動などの別のパターンで移動されてもよい。これは放射線への患者の暴露を低減させることができる。パターン（または経路）は、ガントリ 42 などの撮像システム 33 の移動に基づいて非対称かつ／または非線形でもよい。言い換えると、経路は、ガントリ 42 が停止され、ガントリ 42 が以前にたどった経路に沿った方向に後退されてもよいという点で連続的でなくてもよい。これは、ガントリ 42 の以前の揺動をたどることを含んでもよい。

20

【0044】

[0048] 撮像システム 33 への入力、コンピューティングシステム 37 もしくは撮像コンピューティングシステム 36 内の入力装置 36c、入力装置 38 もしくは他の制御モジュール（図示せず）で受信されても、および／または IPM 47 内の他のサブモジュール（図示せず）によって決定されてもよい。IPM 47 は、患者 32 の画像データが取得されるように要求するユーザ入力データを受信してもよい。入力データは、患者 32 上の関心領域が高コントラスト領域（たとえば骨組織）であるか低コントラスト領域（たとえば軟組織）であるかに関する情報を含んでもよい。1つの例では、ユーザ入力データは患者 32 の解剖学的構造上の関心領域を含んでもよい。IPM 47 は、関心領域に基づいて多列検出器 44 または平面検出器 45 を使用すると自動的に決定してもよい。たとえば、ユーザは（i）多列検出器 44 を軟組織の画像を取得するように、および（ii）平面検出器 45 を骨組織の画像を取得するように選択してもよい。

30

【0045】

[0049] ユーザ入力データに基づいて、IPM 47 および／または SCM 89 はソースデータおよび検出器型式データを生成してもよい。IPM 47 は運動プロファイルデータおよびコリメータデータも生成してもよい。ソースデータは、X 線パルスを出力する情報または撮像システム 33 の電源を切る信号を含んでもよい。検出器型式データは、画像データを取得するように選択された多列検出器 44 または平面検出器 45 を含んでもよい。運動プロファイルデータは、ガントリ 42 内の回転体 46 の移動のための選択されるプロファイルを含んでもよい。コリメータデータは、X 線パルスを、多列検出器 44 および平面検出器 45 の選択された一方と一致するように平行 X 線パルスに整形する情報を含んでもよい。

40

【0046】

[0050] IPM 47 は、入力として多列検出器データおよび平面検出器データも受信してもよい。多列検出器データは、多列検出器 44 によって受信される平行 X 線パルスからのエネルギーを示してもよい。平面検出器データは、平面検出器 45 によって受信される平行 X 線パルスからのエネルギーを示してもよい。多列検出器データおよび平面検出器データに基づいて、IPM 47 は画像データ 34 を生成してもよく、かつ表示装置 36a または表示装置 35 にこの画像データ 34 を出力してもよい。

【0047】

50

[0051] プロセッサ 39 は、入力として検出器型式データおよび運動プロファイルデータを受信してもよい。検出器型式データに基づいて、プロセッサ 39 は平面移動データまたは多列移動データ（および／または対応する信号）を生成してもよい。平面移動データは、平面検出器 45 が X 線源 43 およびコリメータと位置合せされるように移動する選択位置を含んでもよい。多列移動データは、多列検出器 44 が X 線源 43 およびコリメータと位置合せされるように移動する選択位置を含んでもよい。

【0048】

[0052] プロセッサ 39 またはそのモジュールは、ソースデータに基づいて、X 線源 43 にコリメータの制御のためのパルスデータを生成させてもよい。パルスデータは少なくとも 1 つの X 線パルスのためのパルスデータを含んでもよい。プロセッサ 39 および／またはそのモジュールは、入力として多列移動データおよび平行パルスデータを受信してもよい。多列移動データに基づいて、多列検出器 44 は X 線源 43 と位置合せするように移動してもよい。受信されたパルスデータに基づいて、プロセッサ 39 および／またはそのモジュールは、I P M 47 のための多列検出器データ（および／または対応する信号）を生成してもよい。プロセッサ 39 および／またはそのモジュールは、入力として平面移動データおよび平行パルスデータを受信してもよい。平面移動データに基づいて、平面検出器 45 は X 線源 43 と位置合せするように移動してもよい。受信されたパルスデータに基づいて、平面制御モジュールは、I P M 47 のための平面検出器データ（および／または対応する信号）を生成してもよい。

【0049】

[0053] 運動プロファイルデータに基づいて、プロセッサ 39 は、G C M 85 のための回転体運動データ（および／または対応する信号）を生成してもよい。回転体運動データは、回転体 46 が画像データの取得を可能にするためにガントリ 42 内で移動する選択された移動プロファイルを示してもよい。G C M 85 は、入力として回転体運動データを受信してもよい。回転体運動データに基づいて、回転体 46 は、画像データを取得するためにガントリ 42 内で所望の場所に移動されてもよい。

【0050】

[0054] 図 3 は、図 2 の撮像システム 33 の一部分 100 を図示する。部分 100 は、X 線源 43、G C M 85、S C M 89、X 線検出器 44、45 および電力源 102 を含んでもよい。G C M 85 は、ガントリトランシーバ 104、ガントリ処理モジュール 106 およびガントリ電力制御モジュール 108 を含んでもよい。ガントリトランシーバ 104 は、ガントリ媒体アクセス制御（M A C）モジュール 110 およびガントリ物理レイヤ（P H Y）モジュール 112 を含んでもよい。ガントリトランシーバ 104、ガントリ処理モジュール 106 および電力制御モジュール 108 は電力源 102 から電力を受けてもよい。

【0051】

[0055] S C M 89 は、線源トランシーバ 114、線源処理モジュール 116 および線源電力制御モジュール 118 を含む。線源トランシーバ 114 は、線源 P H Y モジュール 120 および線源 M A C モジュール 122 を含む。線源トランシーバ 114 および線源処理モジュール 116 は線源電力制御モジュール 118 から電力を受けてもよく、それは第 2 の電力源 124 から電力を受けている。

【0052】

[0056] ガントリ処理モジュール 106 は、トランシーバ 104、114 およびそれぞれのアンテナ 130、132 を介して線源処理モジュール 116 とワイヤレスで通信してもよい。ガントリ処理モジュール 106 は、センサ 140 から直接または線源制御モジュール 89 からセンサ信号および／または情報を受信してもよい。ガントリ処理モジュール 106 は、線源処理モジュール 116 からの信号に基づいて、（i）回転体 46 に供給される電力および／またはその位置および速度、ならびに（i i）X 線源 43 に供給される電力を制御してもよい。線源処理モジュール 116 はモード信号を生成してもよく、それはガントリ電力制御モジュール 108 に提供される。ガントリ電力制御モジュール 108 は

、モード信号によって示される動作モードに基づいてアクチュエータ、モータ、X線源43および／または検出器44、45に電力を供給してもよい。X線源43および検出器44、45に供給される電力はPOW1およびPOW2として図示される。

【0053】

[0057]線源MACモジュール122は、線源処理モジュール116から受信されるデータおよび／または情報に基づいて制御信号を生成する。線源PHYモジュール120は、制御信号をガントリPHYモジュール112にワイヤレスで送信する。線源MACモジュール122は、線源処理モジュール116から受信されるデータおよび／または情報に基づいて情報信号を生成してもよい。情報信号は、線源PHYモジュール120を介してガントリPHYモジュール112にワイヤレスで送信される。ガントリ処理モジュール106は、情報信号および／またはセンサ140からの信号に基づいて装置（たとえば、X線源43、X線検出器44、45、電力制御モジュール108など）の動作を制御してもよい。

10

【0054】

[0058]ガントリ電力制御モジュール108は発電機（たとえば、電力源102）または他の電力源から電力を受けてもよい。電力源102、124は同じまたは異なる電力源でもよい。電力はセンサ140からのセンサ信号に基づいてもよく、そのセンサはガントリ制御モジュール85および／または線源制御モジュール89に接続されてもよい。

【0055】

[0059]線源制御モジュール89および／または線源処理モジュール116は、メモリ150に接続されても、および／またはそれにアクセスしてもよい。メモリ150は様々なパラメータ（または設定）152およびテーブル154を記憶してもよい。パラメータ152は、処置パラメータ、患者パラメータ、外科医パラメータ、推奨パラメータなどを含む、本明細書に記載されるパラメータのいずれかを含んでもよい。テーブル154は処置、患者および外科医パラメータを推奨パラメータに関連させてもよい。テーブル154は静的ではなく、むしろ行われる処置の前、間および／または後に継続的に修正および追加されてもよい。

20

【0056】

[0060]図4は、線源処理モジュール（SPM）116の例を図示し、それは、モードモジュール200、初期化モジュール202、画像モジュール204、位置合せモジュール206、画質モジュール208、設定モジュール210、外科医評価モジュール212、連続性モジュール214、後処理モジュール216、フィードバックモジュール218、確認モジュール220ならびに閾値検査および警告モジュール222を含んでもよい。これらのモジュールは図5A～5Bに関して以下に記載される。

30

【0057】

[0061]図1～4のモジュールのさらに定義される構造については、以下に提供される図5A～5B4の方法および以下に提供される「モジュール」という用語に対する定義を参照されたい。システム図1～2および／またはその部分は数々の方法を使用して動作されてもよく、方法例が図5A～5Bに例示される。図5A～5Bでは、処置手術システムまたはその一部分を動作させる方法が図示される。以下のタスクが図1～4の実装に関して主に記載されているが、タスクは本開示の他の実装に適用されるように容易に変更され得る。タスクは反復的に行われてもよい。

40

【0058】

[0062]方法は250から開始する。252で、外科医情報が入力装置（たとえば、入力装置38および／またはスキャナ）を介して取得される。外科医情報は、たとえば、外科医IDまたは他の識別情報を含んでもよい。外科医情報は、外科医のIDバッジが入力装置を介してスワイプおよび／またはスキャンされるときに自動的にアップロードされてもよい。外科医情報は、選択される処置および／または外科医によって行われる処置のためのX線源パラメータを含む外科医パラメータを含んでもよい。選択される処置は入力装置を介して外科医によって指示されてもよい。

50

【0059】

[0063] 254で、SPM116は、X線源パラメータ制御方法を起動する外科医からの入力を受信してもよい。SPM116は入力に基づいて方法を起動してもよい。方法が起動される場合、タスク258が行われてよい。X線源パラメータ制御方法は以下のタスク258～318を含んでもよい。この方法は、外科医が、たとえば、入力装置で外科医情報を入力し、かつ／またはIDバッジをスワイプもしくはスキャンすると、起動されてもよい。SPM116は、方法が起動されることを許可する前に外科医情報を検証してもよい。方法が起動されない、および／または外科医情報が承認されない場合、方法は256で終了してよい。

【0060】

10

[0064] 258で、SPM116は準備および／または初期化プロセスを行って撮像システム33を準備および／または初期化する。これは、動作モードを選択すること(258A)、既に得られていなければ処置パラメータを得ること(258B)、既に得られていなければ外科医パラメータを得ること(258C)、既に得られていなければ選択された処置のための患者パラメータを得ること(258D)、行われている処置のための推奨パラメータを得ること(258E)、および撮像システムの撮像取得部分を方向付けること(258F)を含んでもよい。初期X線源設定は、タスク258の間に得られるパラメータの1つまたは複数に基づいて、以下に記載されるように設定されてもよい。たとえば、身体サイズ、関心領域、骨および／または器官の形状などといった患者パラメータに基づいて、X線源電圧、電流レベルおよび投与期間が選択されてもよい。別の例として、X線源パラメータは、選択された処置に対する以前に記憶された画像の画素強度などといった他のパラメータに基づいて設定されてもよい。X線源設定は、外科医、現場、撮像システム、患者および／または行われている処置のための最後のまたは予め設定された設定に設定されてもよい。

20

【0061】

[0065] 258Aで、モードモジュール200は動作モードを選択する。モードモジュール200はSPM116および／または撮像システム33の他のモジュールの動作モードを選択する。モードは、自動学習モード、手動モード、後処理モード、患者特定モードおよび／または非患者特定モードを含んでもよい。モードモジュール200は、モードの1つまたは複数を同じ期間の間に動作するように選択してもよい。たとえば、モードモジュール200は、自動学習モード、手動モードおよび後処理モードの1つでの動作を選択してもよく、かつ患者特定および非患者特定モードの一方での動作も選択してもよい。

30

【0062】

[0066] 自動学習モードの間、パラメータが監視および追跡されて、X線源設定を推奨レベルに調節するために使用される。自動学習モードの間、設定が推奨レベルに自動的に調節されてもよく、推奨レベルの確認が外科医(またはユーザ)に要求されてもよい。手動モードの間、パラメータが監視および追跡されて、X線源設定を推奨するために使用される。手動モードの間、推奨レベルが示されるが、X線源レベルは自動的に調節されない。X線源設定は、外科医受諾および／または推奨レベルの設定なしに調節されない。自動学習モードおよび手動モードは処置の前および／または処置中に行われてもよい。

40

【0063】

[0067] 後処理モードは、処置の後に、かつ／または処置が行われていない間に行われてもよい。後処理モードは、外科医が処置の間に撮られた画像を見て評価し、処置の間に使用されたものとは異なるX線源設定に基づいて画像を後処理できるようにする。これは、外科医が後の処置のための改善されたX線源設定を決定できるようにする。以下に記載されるように、後処理モードの間に外科医にシステム推奨設定が提供されてもよい。

【0064】

[0068] 258B、258C、258D、258Eで、メモリ(たとえば、メモリ150)、中央提供者装置14ならびに／または他の記憶装置および／もしくは中央アクセス可能な装置からSPM116にパラメータがロードされてもよい。パラメータはすべて、選

50

択された処置および／または同様の処置と関連付けられてもよい。たとえば、選択された処置のためにパラメータが利用可能でない、または部分的に利用可能である場合、パラメータはデフォルトパラメータを含んでもよい。デフォルトパラメータは外科医特有でも、または選択された処置を行う外科医に無関係でもよい。X線源パラメータは設定モジュール210によっておよび／または外科医によって選択されてもよい。外科医は選択された設定を承認してもよい。たとえば、設定モジュール210は、(i)推奨、予め設定された、デフォルトおよび／または外科医選好の設定を選択し、次いで(ii)外科医にその設定を確認させる要求を生成してもよい。外科医は次いで設定を確認し、かつ／またはタスク260に進む前に設定を修正してもよい。258Fで、撮像取得部分(たとえば、検出器44、45)は、選択された処置となる前に目標および／または所定の初期位置に方向付けられてもよい。

10

【0065】

[0069]260で、後処理モジュール216および／またはSPM116は、後処理モードが選択されているかどうかを判定してもよい。SPM116が後処理モードで動作していなければタスク262が行われ、そうでなければタスク272が行われる。

【0066】

[0070]262で、画像モジュール204は、画像または画像の集合を取得すべきかどうかを判定してもよい。画像または画像の集合は、(i)初期(またはベースライン)画像または画像の集合、(ii)追加画像または画像の集合、(iii)マスタ画像または画像のマスタ集合として使用されることになる画像または画像の集合であってもよい。関心領域の単一の画像が取得されてもよく、または関心領域もしくは身体部分(たとえば、1つもしくは複数の骨および／もしくは器官)の画像の集合(たとえば、画像のスライス)が取得されてもよい。タスク264の反復の間に取得される各画像または画像の集合はサンプル集合と称されてもよい。画像または画像集合が取得されることになるかどうかの判定は、マスタ画像／画像集合が利用可能であり、かつ／または所定の最小サンプル集合が充足されているかどうかに基づいてもよい。所定の最小サンプル集合は、関心領域の1つまたは複数の画像、ならびに／あるいは領域および／または1つもしくは複数の身体部分の各スライスの1つまたは複数の画像を必要としてもよい。画像または画像の集合が取得されることになればタスク264が行われ、そうでなければタスク272が行われる。

20

【0067】

[0071]264で、画像モジュール204は、タスク262に関して記載されたように、初期画像もしくは画像の集合または別の画像もしくは画像の集合を取得してもよい。画像モジュール204は、画像を取得するためにX線源43および検出器44、45を制御してもよい。X線源43は、先のタスクでロードおよび／または選択されたX線源パラメータを使用して動作されてもよい。

30

【0068】

[0072]266で、画像モジュール204および／または品質モジュール208は、264で取得された画像の品質が所定の閾値を超えると判定してもよい。これは、画素強度および／または他の画素パラメータ(コントラスト比、輝度レベルなど)を求め、所定値と比較して画像の品質を判定すること含んでもよい。画質値は、画像の品質レベルの外科医ランキングを示す外科医入力に基づいてもよい。2つ以上の画像がある場合、画像に対して平均品質値が求められ、所定の閾値と比較されてもよい。取得された画像の品質が所定の閾値に満たなければタスク267が行われてもよく、そうでなければタスク268が行われてもよい。タスク267が行われれば、取得された画像は破棄されても、および／または将来の参考のために記憶されてもよい。

40

【0069】

[0073]267で、X線源設定が調節されてもよい。外科医は設定を手動で調節してもよく、または設定は自動的に調節されてもよく、外科医は、動作モードに基づいて設定を確認することを促されてもよい。手動モードで動作している場合、調節された設定は履歴データに基づいて推奨されてもよく、外科医は次いで設定を受諾しても、現在の設定を維持

50

しても、または異なる設定を入力してもよい。自動学習モードで動作している場合、推奨される調節（更新された設定）が提供および設定されてもよく、外科医は、更新された設定を確認することを促されてもよい。外科医が更新された設定を受諾しなければ、外科医が異なる設定および／または調節値を入力しない限り以前の設定が維持される。同様のタスクが302～318で行われる。タスク267の後にタスク262が行われる。

【0070】

[0074] 268で、画像モジュール204は、取得された画像または画像集合をマスタ画像またはマスタ画像集合として設定すべきかどうかを判定してもよい。これは、たとえば、先にマスタ画像またはマスタ画像集合がまだ記憶および／または取得されていない場合に起こり得る。これは同様にまたは代替的に、最近取得された画像または画像集合がマスタ（もしくは予め設定された）画像またはマスタ（もしくは予め設定された）画像集合であることを外科医が入力装置を介して指示する場合に起こり得る。最後に取得された画像または画像集合がマスタ画像またはマスタ画像集合であることになればタスク270が行われ、そうでなければタスク280が行われる。270で、最後に取得された画像または画像集合がマスタとして識別されるようにタグ付けされる。続いて取得される画像がマスタと比較されてもよい。タスク270の後にタスク280が行われてよい。

10

【0071】

[0075] 272で、画像モジュール204は、以前に記憶されたマスタ画像またはマスタ画像集合にアクセスすべきかどうかを判定してもよい。タスク272は、自動学習モード、手動モードまたは後処理モードで動作している間に行われてもよい。これは、マスタ画像またはマスタ画像集合のアクセスを指示する、外科医から受信される入力および／または記憶された外科医と関連付けられる設定に基づいてもよい。マスタ画像／画像集合は上述されたメモリに記憶されてもよい。マスタ画像／画像集合は最後に取得された画像／画像集合でもよい。マスタ画像／画像集合がアクセスされる場合、タスク274が行われ、そうでなければタスク276が行われる。274で、画像モジュール204は、以前に記憶されたマスタ画像／画像集合にアクセスする。タスク274の後にタスク280が行われてよい。

20

【0072】

[0076] 276で、画像モジュール204は、以前に記憶された画像または画像集合（すなわち非マスタ画像／画像集合）にアクセスすべきかどうかを判定してもよい。これは、画像または画像集合のアクセスを指示する、外科医から受信される入力および／または記憶された外科医と関連付けられる設定に基づいてもよい。画像／画像集合は上述されたメモリに記憶されてもよい。画像／画像集合は最後に取得された画像／画像集合または他の画像／画像集合でもよい。画像／画像集合がアクセスされる場合、タスク278が行われ、そうでなければタスク280が行われる。278で、画像モジュール204は、以前に記憶された画像／画像集合にアクセスする。

30

【0073】

[0077] 280で、画像モジュール204は、所定の最小サンプル集合閾値が満たされているかどうかを判定してもよい。この閾値が満たされていればタスク282が行われ、そうでなければタスク260が行われてよい。

40

【0074】

[0078] 282で、位置合せモジュール206はズームレベルを調節し、かつ／または取得および／もしくはアクセスされた画像の1つまたは複数を、マスタ画像の対応するものに合わせて回転させてもよい。284で、位置合せモジュール206は、マスタ、取得されたおよび／もしくはアクセスされた画像ならびに／またはその部分を互いに対して位置合せするために、エッジ位置合せを行う。これは、画像のための画素パラメータ（たとえば、輝度、強度レベル、色、コントラスト比、鮮鋭度値など）を比較して骨、組織、器官、身体部分、関心領域などのエッジを見つけることを含んでもよい。隣接画素の差が、突き止められるエッジに求められてもよい。画像のそれぞれの四分区間における画像の各々の所定数の画素が比較されてもよい。例として、画像および／またはその部分を位置合せ

50

するために、所定数の最も明るい画素および／または所定のパターンを与える画素が比較されてもよい。画素の水平列および／または垂直列が比較されてもよい。「最良適合」位置合せを提供するために、画像の完全または不完全部分がスキャンされてもよい。別の例として、画素の各々は値（たとえば、赤、緑および青の値）の固有の集合を有し、それらが最良適合位置合せを提供するために比較されてもよい。最良適合位置合せを提供するために、各画像の隣接画素の赤、緑および青の値間の差が他の画像の隣接画素の赤、緑および青の値間の差と比較されてもよい。エッジ位置合せは、画像および／またはその部分間のオフセットを最小化および／または除去するために行われることができる。画像は、画像の各々のために使用されたX線源設定に基づいて位置合せの前および／または位置合せ中に拡大縮小されてもよい。

10

【0075】

[0079] 286で、位置合せモジュール286は、画像またはその部分の有効な位置合せが確立されたかどうかを判定してもよい。異なる画像の対応する画素間の差が平均して所定の範囲内であれば、または各画像の遷移（隣接画素間の差）が互いから所定の範囲内であれば、有効な位置合せが行われた可能性がある。無効な位置合せが行われた場合、タスク288が行われてよく、そうでなければタスク294が行われてよい。

【0076】

[0080] 288で、位置合せモジュール288は、現在の画像に対して位置合せが所定の回数を超えて試みられた（タスク284が行われた）かどうかを判定してもよい。位置合せが所定の回数を超えて試みられた場合、タスク290が行われ、そうでなければ位置合せモジュール288はタスク286に戻る。290で、位置合せエラーが、たとえば、表示装置35を介して外科医に報告されてもよい。タスク290が行われれば、SPM116はタスク260に戻って追加画像を取得および／またはアクセスしてもよい。タスク290の後に、方法は292で終了してよい。

20

【0077】

[0081] 294で、品質モジュール208は、位置合せされた画像を含む位置合せの結果を処理してもよい。これは、関心画素領域を処理して、（i）位置合せ前の別々の画像、および／または（ii）位置合せ後の位置合せされた画像の複合結果の別々のおよび／または複合画質値を評価すること含んでもよい。1つの実施形態において、画質値を提供するために、位置合せ後の画像の最新のサンプル集合の関心画素領域だけが処理される。

30

【0078】

[0082] タスク294の間、画質値の第2の集合（または画質値の1つまたは複数の集合）が求められてもよい。位置合せの結果の処理は画素パラメータ（たとえば、画素強度値、連続性値もしくは他の本明細書に開示される画素パラメータ）および／または患者パラメータに基づいてもよく、それらのパラメータは所定値と比較されても、および／または加重されて、次いで所定値と比較されてもよい。加重値は、画素パラメータ、画像の平均画素強度レベル、患者パラメータ、画像の年齢、画像が現在の患者についてであるかどうか、画像が現在の処置もしくは同様の処置に対するものであるかどうか、外科医によって指示される品質レベル、および／または他の記憶された品質値などに基づいてもよい。求められた品質値の第2の集合は、所定のそれぞれの範囲内の画素パラメータを有する関心領域内の画素の数および／または百分率に基づいて求められてもよい。

40

【0079】

[0083] 296で、SPM116および／または後処理モジュール216は、後処理モードで動作していなければタスク300に進んでもよく、そうでなければタスク312に進んでもよい。300で、設定モジュール210は、X線源設定の最後の調節以来の時間が所定の期間以上であるかどうかを判定してもよい。最後の調節以来の時間が所定の期間以上であれば、タスク302が行われてもよい。

【0080】

[0084] 302で、SPM116は、自動学習モードで動作していればタスク304に進み、そうでなければSPM116はタスク312を行う。304で、設定モジュール21

50

0、連続性モジュール214および／またはSPM116は、現在のX線源設定を更新された値に調節する。これは、現在の値および／または更新された値への調節を決定することを含んでもよい。これは、計算された、調べられたおよび／もしくは推奨された調節ならびに／または更新された値を提供することを含んでもよい。調節および／または更新された値はテーブル154に基づいて決定されてもよく、それは患者32、撮像システム33ならびに／または他の患者および撮像システムに対する処置パラメータ、患者パラメータ、外科医パラメータ、X線源パラメータおよび画質値を関連させて、最大画質および最小X線量のための推奨X線源設定を提供してもよい。患者特定モードの間、患者32に関する値だけが使用されてよい。非患者特定モードの間、他の患者の値が使用されてもよい。最大画質および最小X線量値は以前に検証された可能性がある。更新された設定は、以前に使用された設定と比較して低減されたX線量値を提供してもよい。これは、294で求められた品質値の第2の集合および／またはタスク258の間に得られたパラメータのいずれかに基づいてもよい。テーブルは、任意の数の異なるパラメータを有する多次元テーブルでもよい。

10

【0081】

[0085]現在の画像（または現在取得された画像）と以前に記憶された画像との間の連続性の欠如があれば、デフォルトX線源設定または最良適合設定が選択されてもよい。たとえば、これは、患者（非標準患者もしくは非典型患者）および／または処置が行われている患者の条件に対する画像をもつレコードの欠如がある場合に起こり得る。たとえば、脊柱側弯症または他のまれな条件などの、まれな条件に対する画像の欠如がある可能性が

20

【0082】

[0086]306で、かつ自動学習モードで動作している間に、確認モジュール220は、更新された設定を確認することを外科医に要求してもよい。更新された設定が確認されればタスク308が行われ、そうでなければタスク310が行われる。308で、調節された設定は、後の撮像および／または処理のために維持され、かつ撮像システム33および／または他の撮像システムによる将来の使用のためにメモリに記憶されても、かつ／または中央提供者装置14に提供されてもよい。310で、確認モジュール220は、更新の前に使用されたX線源設定に戻り、更新された設定を維持しない。タスク308、310の後にタスク260が行われてよい。

30

【0083】

[0087]312で、設定モジュール210および／または後処理モジュール216は、後処理モードまたは手動モードで動作している間に、304で決定される設定を提供する。設定は外科医にディスプレイを介して示されてもよい。外科医は次いで、現在の設定を続けても、および／または推奨設定を受諾してもよい。推奨設定が受諾されれば、316で決定されるように、設定モジュールは設定を更新する。設定が受諾されなければタスク360が行われてよい。タスク312は、更新された設定に基づいて修正された画像を表示して、更新された設定が使用されれば画像がどのように見えるかの例を提供することも含んでもよい。これは、フィルタおよび／または他の画像強調技法を使用して画像を後処理することを含んでもよい。これは、画像の画素強度を調節することを含んでもよい。外科医は、以前に取得および／またはアクセスされた画像を提供するために使用されたX線源設定に対して呈されるX線量に対し、更新されたX線源設定に対するX線量の差を気付かされてもよい。

40

【0084】

[0088]314で、更新された設定は、308で行われたように、外科医および／または処置のための設定の別の集合として記憶されてもよい。316で、更新された設定が受諾され、かつ／または予め設定される（もしくはマスタ）設定として記憶されることになればタスク318が行われ、そうでなければタスク260が行われる。外科医は、更新された設定がこの方法の将来の反復のための予め設定されるまたはマスタ設定として記憶されることになるかどうかに関して気付かされてもよい。

50

【0085】

[0089] 上記に記載されたタスクは例示的な例であるものとされ、タスクは順次、同期して、同時に、連続的に、重複する期間の間、または用途に応じた異なる順序で行われてもよい。また、タスクのいずれも、実装および／または事象のシーケンスに応じて、行われなくても、または省略されてもよい。

【0086】

[0090] SPM 116 および／または撮像システム 33 の外科医評価モジュール 212 は外科医の傾向を監視してもよい。これは、同様の患者パラメータおよび処置パラメータに関して、他の外科医の X 線源傾向に対して特定の外科医の X 線源パラメータ傾向を監視することを含んでもよい。これらの傾向はまた、推奨 X 線源設定と比較されてもよい。フィードバックモジュール 218 は、表示装置 35 を介して外科医および／または他のユーザーにフィードバックを提供して、外科医が他の外科医の傾向になっている、またはより低い画質および／もしくはより高い X 線量という結果になる X 線源設定を使用しているかどうかを示してもよい。フィードバックは中央提供者装置 14 に提供されても、かつ／またはそれによって同様に求められてもよい。フィードバックは、外科医の傾向が推奨設定および／または外科医設定と推奨設定との間の典型的な差から離れているかどうかを示してもよい。外科医評価モジュール 212 はまた、特定の患者および／または処置のための外科医の傾向を予測してもよい。たとえば、外科医が時間とともに X 線源設定を徐々に増減している、または一定の X 線源設定を一貫して使用している場合、この情報が表示装置を介して示されてもよい。

【0087】

[0091] 後処理モードは、外科医が、上記に記載された方法を使用して外科手術の間取得された画像を評価し、次いで改善された画質および／または低減された X 線量のために後の処置で同方法によって決定された更新された設定を使用できるようにする。

【0088】

[0092] 閾値検査／警告モジュール 222 は、外科医によって選択される X 線源設定が (i) 同様の患者および同様の処置のために他の外科医によって一般に使用される設定、ならびに／または (ii) 推奨 (中央証明および／もしくは業界推奨) 設定から所定の範囲外であるかどうかを判定してもよい。規定された所定の範囲外であり、かつ／または X 線源設定のいずれかが所定の最大値以上であれば、閾値検査／警告モジュール 222 は外科医に選択された設定を変更することを促してもよい。典型的な外科医設定および／または推奨設定が外科医に示されてもよく、外科医は、典型的な外科医設定および／または推奨設定が受諾できるかどうか促されてもよい。典型的な外科医設定および／または推奨設定に対して、上記に記載されたように、サンプル画像が提供されてもよい。X 線源設定の 1 つまたは複数 が所定の範囲外であり、所定のレベルを超える X 線量という結果になりそうである場合、閾値検査／警告モジュール 222 はユーザーに気付かせても、かつ／または撮像を阻止してもよい。

【0089】

[0093] 上記に開示された方法は、画像の事後分析が画像検出アルゴリズムおよび関心領域を使用して放射線傾向を提供するようにする。次いで推定および／または決定された患者パラメータ (たとえば、体型) に基づいて目標および／または推奨 X 線源設定が提供されて、次いでユーザーに推奨設定を返してもよい。これは、特定の現場の撮像システムが推奨設定に対して一般に提供する画像の種類を含む。撮像システムが特定の現場でどのように使用されているかに関する情報が中央提供者装置に返されても、かつ／またはユーザーおよび／もしくは技術者に示されてもよい。

【0090】

[0094] 上記に開示された方法では、画像の後処理が行われるように、画像サンプル集合が所定の頻度で取得されてもよい。画像集合の各々と関連付けられるパラメータが将来の評価のために記録されてもよい。各画像集合は、特定の患者、外科医、1 つまたは複数の処置、1 つまたは複数の関心領域などに対するものでもよい。

【0091】

[0095]本開示に記載されるワイヤレス通信は、IEEE規格802.11-2012、IEEE規格802.16-2009、IEEE規格802.20-2008および／またはブルートゥース（登録商標）コア仕様v4.0を完全または部分的に順守して行われ得る。様々な実装では、ブルートゥースコア仕様v4.0は、ブルートゥースコア仕様補遺2、3または4の1つまたは複数によって修正されてもよい。様々な実装では、IEEE802.11-2012は、ドラフトIEEE規格802.11ac、ドラフトIEEE規格802.11adおよび／またはドラフトIEEE規格802.11ahによって補足されてもよい。

【0092】

[0096]前述の記載は本質的に単に例示的であり、決して本開示、その応用または使用を限定するものとは意図されない。本開示の広い教示は各種の形態で実装され得る。したがって、本開示が特定の例を含むのに対して、図面、明細書および以下の請求項の検討に応じて他の修正が明らかになるであろうから、本開示の真の範囲はそうのように限定されるべきではない。方法内の1つまたは複数のステップが、本開示の原則を変更することなく異なる順序で（または並行して）実行されてもよいことが理解されるべきである。さらに、実施形態の各々が一定の特徴を有するとして上記に記載されているが、本開示のいずれかの実施形態に関して記載されるそれらの特徴のいずれの1つまたは複数も、その他の実施形態のいずれかの特徴で実装されることが、および／または、たとえその組合せが明示的に記載されないとしても、それと組み合わせられ得る。言い換えると、記載される実施形態は相互に排他的ではなく、1つまたは複数の実施形態の互いとの入替えは本開示の範囲内にとどまる。

【0093】

[0097]要素間の（たとえば、モジュール、回路素子、半導体層などの間の）空間的および機能的関係は、「接続される」、「係合される」、「連結される」、「隣接する」、「隣に」、「の上に」、「上方に」、「下方に」および「設置される」を含む、様々な用語を使用して記載される。「直接」であると明示的に記載されない限り、上記の開示において第1および第2の要素間の関係が記載されるとき、その関係は、第1および第2の要素間に他のいかなる介在要素も存在しない直接関係であることができるが、第1および第2の要素間に1つまたは複数の介在要素が（空間的にまたは機能的に）存在する間接関係であることもできる。本明細書で使用される場合、A、BおよびCの少なくとも1つという句は、非排他的論理和を使用して論理的（ $A \text{ OR } B \text{ OR } C$ ）を意味するものと解釈されるべきであり、「Aの少なくとも1つ、Bの少なくとも1つ、およびCの少なくとも1つ」を意味するものと解釈されるべきではない。

【0094】

[0098]本出願では、以下の定義を含め、「モジュール」という用語または「コントローラ」という用語は「回路」という用語と置き換えられてもよい。「モジュール」という用語は、特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル、アナログもしくはアナログ／デジタル混合ディスクリート回路、デジタル、アナログもしくはアナログ／デジタル混合集積回路、組合せ論理回路、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、コードを実行するプロセッサ回路（共有、専用もしくはグループ）、プロセッサ回路によって実行されるコードを記憶するメモリ回路（共有、専用もしくはグループ）、記載された機能性を提供する他の適切なハードウェア部品、または、システムオンチップでなど、以上のいくつかもしくはすべての組合せを指しても、それらの一部でも、またはそれらを含んでもよい。

【0095】

[0099]モジュールは1つまたは複数のインタフェース回路を含んでもよい。いくつかの例では、インタフェース回路は、ローカルエリアネットワーク（LAN）、インターネット、ワイドエリアネットワーク（WAN）またはその組合せに接続される有線またはワイヤレスインタフェースを含んでもよい。本開示の任意の所与のモジュールの機能性も、イ

インタフェース回路を介して接続される複数のモジュール間で分散されてもよい。たとえば、複数のモジュールが負荷平衡を許容してもよい。さらなる例では、サーバ（リモートまたはクラウドとも知られる）モジュールは、クライアントモジュールのためになんらかの機能性を達成してもよい。

【0096】

[0100] 上記使用されるコードという用語はソフトウェア、ファームウェアおよび／またはマイクロコードを含んでもよく、プログラム、ルーチン、機能、クラス、データ構造および／またはオブジェクトを指してもよい。共有プロセッサ回路という用語は、複数のモジュールからのいくつかまたはすべてのコードを実行する単一のプロセッサ回路を包含する。グループプロセッサ回路という用語は、追加のプロセッサ回路と組合せて、1つまたは複数のモジュールからのいくつかまたはすべてのコードを実行するプロセッサ回路を包含する。複数のプロセッサ回路への言及は、ディスクリートダイ上の複数のプロセッサ回路、単一のダイ上の複数のプロセッサ回路、単一のプロセッサ回路の複数のコア、単一のプロセッサ回路の複数のスレッド、または以上の組合せを包含する。共有メモリ回路という用語は、複数のモジュールからのいくつかまたはすべてのコードを記憶する単一のメモリ回路を包含する。グループメモリ回路という用語は、追加のメモリと組合せて、1つまたは複数のモジュールからのいくつかまたはすべてのコードを記憶するメモリ回路を包含する。

10

【0097】

[0101] メモリ回路という用語は、コンピュータ可読媒体という用語の部分集合である。コンピュータ可読媒体という用語は、本明細書で使用される場合、（搬送波上など）媒体を通じて伝播する一時的電気または電磁信号を包含せず、したがってコンピュータ可読媒体という用語は、有形かつ非一時的と考えられてもよい。非一時的な、有形のコンピュータ可読媒体の非限定的な例は、不揮発性メモリ回路（フラッシュメモリ回路、消去可能プログラムブルリードオンリメモリ回路またはマスキードオンリメモリ回路など）、揮発性メモリ回路（スタティックランダムアクセスメモリ回路またはダイナミックランダムアクセスメモリ回路など）、磁気記憶媒体（アナログもしくはデジタル磁気テープまたはハードディスクドライブなど）、および光記憶媒体（CD、DVDまたはブルーレイディスクなど）である。

20

【0098】

[0102] 本出願に記載される装置および方法は、汎用コンピュータをコンピュータプログラムで具象化される1つまたは複数の特定の機能を実行するように構成することによって作成される専用コンピュータによって部分的または完全に実装されてもよい。上記された機能ブロック、フローチャート部品および他の要素はソフトウェア仕様の役目をし、それらは熟練技術者またはプログラマの定常業務によってコンピュータプログラムに変換され得る。

30

【0099】

[0103] コンピュータプログラムは、少なくとも1つの非一時的な、有形のコンピュータ可読媒体に記憶されるプロセッサ実行可能命令を含む。コンピュータプログラムはまた、記憶データを含んでも、またはそれに依存してもよい。コンピュータプログラムは、専用コンピュータのハードウェアと対話する基本入出力システム（BIOS）、専用コンピュータの特定の装置と対話するデバイスドライバ、1つまたは複数のオペレーティングシステム、ユーザアプリケーション、バックグラウンドサービス、バックグラウンドアプリケーションなどを包含してもよい。

40

【0100】

[0104] コンピュータプログラムは、（i）HTML（ハイパーテキストマークアップ言語）またはXML（拡張マークアップ言語）などの、解析されることになる記述文、（ii）アセンブリコード、（iii）コンパイラによってソースコードから生成されるオブジェクトコード、（iv）インタプリタによる実行のためのソースコード、（v）ジャストインタイムコンパイラによるコンパイルおよび実行のためのソースコード、などを含ん

50

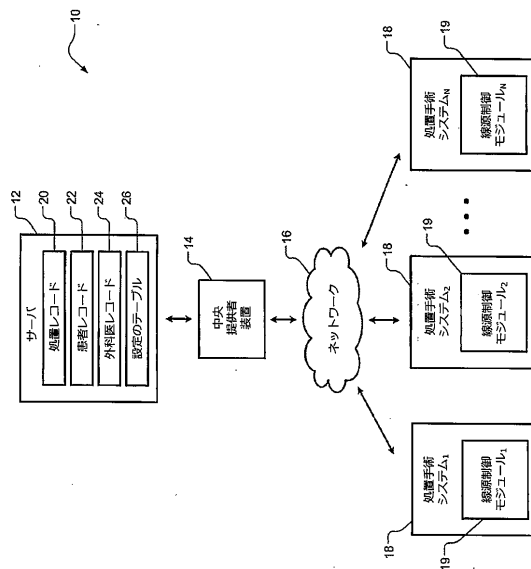
でもよい。単に例として、ソースコードは、C、C++、C#、Objective C、Haskell、Go、SQL、R、Lisp、Java（登録商標）、Fortran、Perl、Pascal、Curl、OCaml、Javascript（登録商標）、HTML5、Ada、ASP（アクティブサーバページ）、PHP、Scala、Eiffel、Smalltalk、Erlang、Ruby、Flash（登録商標）、Visual Basic（登録商標）、Lua、およびPython（登録商標）を含む言語からの構文を使用して書かれてもよい。

【0101】

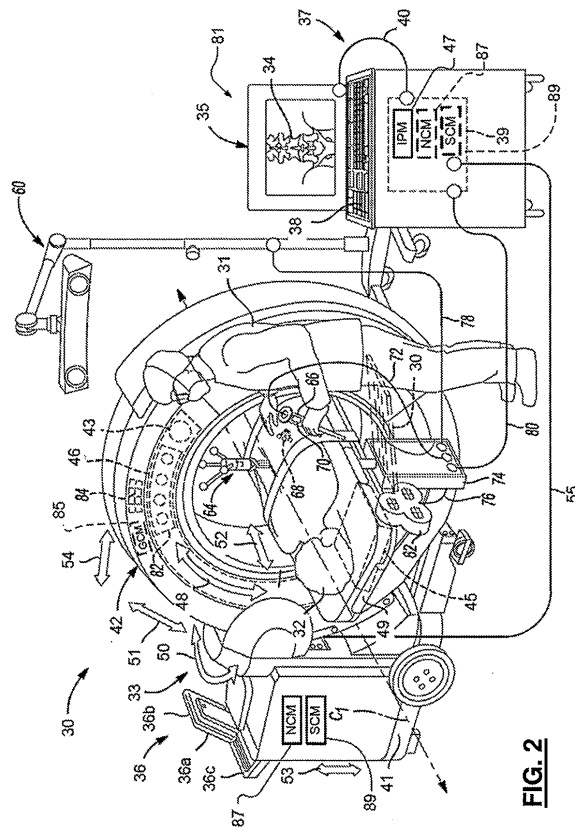
[0105]請求項で詳述される要素のいずれも、要素が「のための手段」という句を使用して明白に詳述されない限り、または「のための動作」もしくは「のためのステップ」という句を使用する方法クレームの場合、米国特許法第112条(f)の意味内のミーンズプラスファンクション要素であるとは意図されない。

10

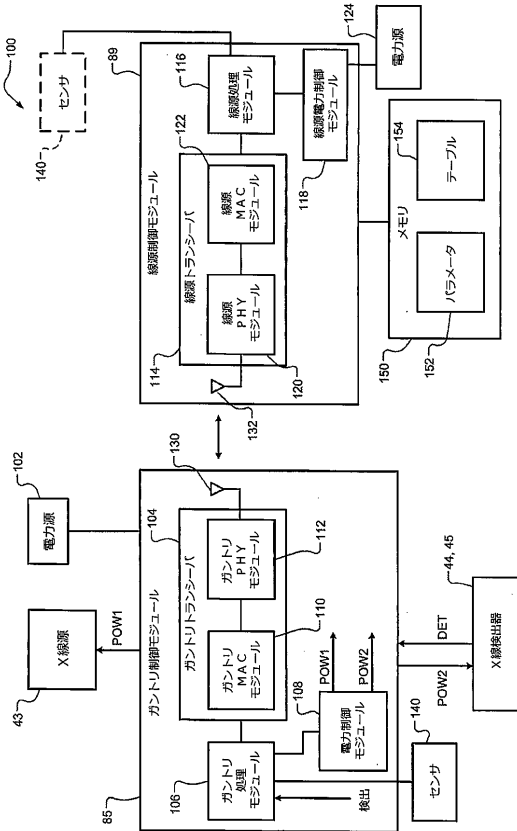
【図1】



【図2】



【図 3】



【図 4】

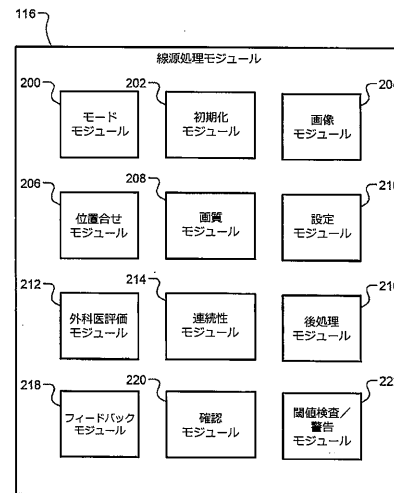
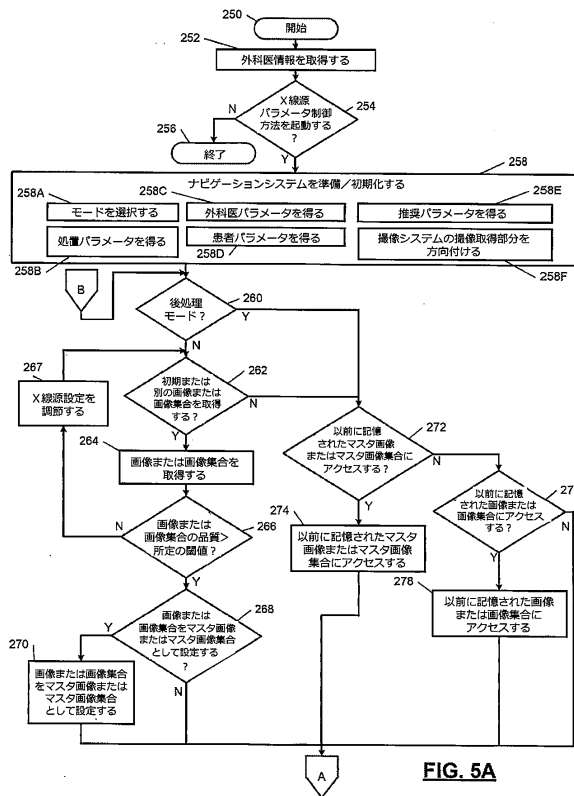
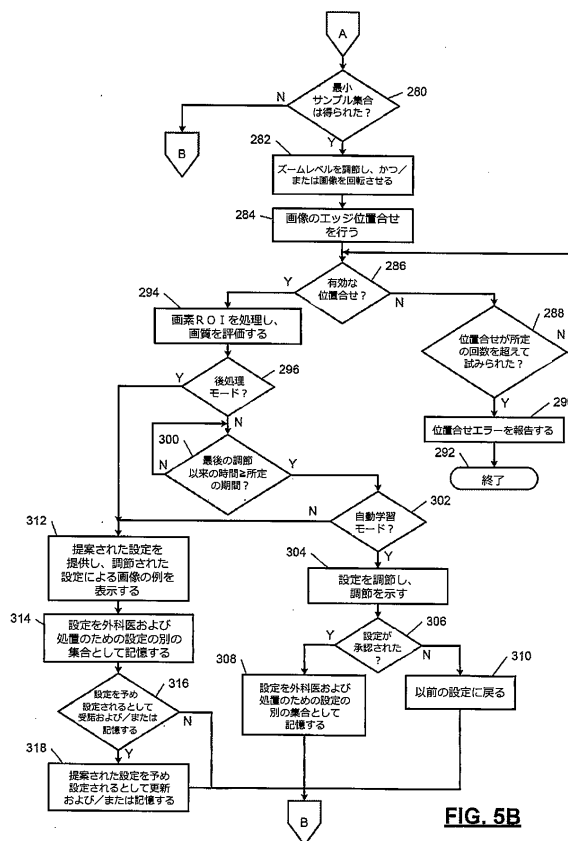


FIG. 4

【図 5 A】



【図 5 B】



フロントページの続き

(74)代理人 100119781

弁理士 中村 彰吾

(72)発明者 ブロディ, リチャード・ジェイ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州01510, クリントン, フォックス・ラン・ドライブ 5

審査官 遠藤 直恵

(56)参考文献 特開2014-097396 (JP, A)

特開2013-017511 (JP, A)

特開2007-014755 (JP, A)

特開2003-339692 (JP, A)

米国特許出願公開第2010/0091950 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14