

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6406144号
(P6406144)

(45) 発行日 平成30年10月17日 (2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日 (2018.9.28)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 3 0 A
	A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z
	A 6 1 B 6/00 3 3 5

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-143371 (P2015-143371)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成27年7月17日 (2015.7.17)		コニカミノルタ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-23296 (P2017-23296A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(43) 公開日	平成29年2月2日 (2017.2.2)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成29年2月20日 (2017.2.20)		特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	細木 哲
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	原口 剛
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	生方 兼六
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
 撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
 前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
 前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する制御部と、
 を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像までの一連のフレーム画像を破棄し、その後前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像から取り込みを行う放射線撮影システム。

【請求項 2】

放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
 撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
 前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、

前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取

10

20

り込みを制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記破棄されたフレーム画像の後に撮影されたフレーム画像であって、前記破棄されたフレーム画像に対応する前記位相と同位相の、前記動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときのフレーム画像を、前記破棄されたフレーム画像の直前のフレーム画像に自動的に連結する放射線撮影システム。

【請求項 3】

放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を入力する操作部と、
前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記破棄されたフレーム画像以外のフレーム画像を連結する放射線撮影システム。

【請求項 4】

前記変化判定部は、前記検出部で生成される検出情報に基づいて、前記動態の位相変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 5】

撮影により取得すべき動態の位相幅及び前記撮影部により撮影済みの動態の位相幅を同時に表示する表示部を備える請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 6】

撮影により取得すべき動態の全位相のフレーム画像が揃っていない場合に、撮影者に対して撮影継続を誘導する情報を出力する出力部を備える請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 7】

撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃っていない場合に、次工程への移行操作が不可である旨を通知する情報を出力する出力部を備える請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 8】

撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃った場合に、その旨を報知する情報を出力する出力部を備える請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の放射線撮影システム。

【請求項 9】

放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を入力する操作部と、
前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記指示されたフレーム画像を連結する制御部と、
を備える放射線撮影システム。

【請求項 10】

放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、

10

20

30

40

50

撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、

前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、

前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を入力する操作部と、

前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記破棄されたフレーム画像以外の前記指示されたフレーム画像を連結する制御部と、

を備える放射線撮影システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のフィルム/スクリーンや輝尽性蛍光体プレートを用いた被写体の放射線による静止画撮影及び診断に対し、FPD (flat panel detector) 等の半導体イメージセンサーを利用して被写体の動態画像を撮影し、診断に応用する試みがなされるようになってきている。具体的には、半導体イメージセンサーの画像データの読取・消去の応答性の速さを
20

利用し、半導体イメージセンサーの読取・消去のタイミングと合わせて放射源からパルス状の放射線を連続照射し、1秒間に複数回の撮影を行って、被写体の動態を撮影する。撮影により取得された一連の複数枚のフレーム画像を順次表示することにより、医師は被写体の動態を観察することが可能となる。

【0003】

被写体の動態を撮影する際には、診断や動態解析に必要なサイクル数分の時間、動態撮影を行う必要がある。そこで、従来、適切に撮影開始タイミングや撮影終了タイミングを決定するための各種技術が提案されている。

【0004】

例えば、特許文献1には、被写体の所定部位の周期的な変化を検出し、検出結果に基づいて、推奨撮影開始タイミングを特定し、推奨撮影開始タイミングに近づくに従って多段階で撮影者に報知を行う技術が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2013/058055号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、一般的な放射線撮影と同様に、動態撮影においても被写体の被曝線量の低減が求められる。一方で、撮影中に、周期性を持つ被写体の動態が乱れる動き、例えば、胸部であれば呼吸の乱れ等が生じた場合、それまでに撮影された画像は診断や解析に適さない場合がある。

40

【0007】

特許文献1を始めとする従来技術では、推奨される撮影開始タイミングや撮影終了タイミングを撮影者に報知することはできるが、撮影中に呼吸の乱れ等により被写体の動態が乱れた場合の対処はできず、撮影した一連の画像データを全て破棄して再度撮影を行う必要があり、被写体の被曝線量が増加する場合があった。

【0008】

本発明の課題は、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合等における被写体の被曝線量

50

増加を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の放射線撮影システムは、
放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する制御部と、

10

を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像までの一連のフレーム画像を破棄し、その後前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像から取り込みを行う。

【0010】

請求項2に記載の発明の放射線撮影システムは、
放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する制御部と、

20

を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記破棄されたフレーム画像の後に撮影されたフレーム画像であって、前記破棄されたフレーム画像に対応する前記位相と同位相の、前記動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときのフレーム画像を、前記破棄されたフレーム画像の直前のフレーム画像に自動的に連結する。

30

【0011】

請求項3に記載の発明の放射線撮影システムは、
放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を入力する操作部と、

前記変化判定部による判定結果に応じて前記撮影部により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する制御部と、

40

を備え、

前記制御部は、前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記破棄されたフレーム画像以外のフレーム画像を連結する。

【0012】

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の発明において、
前記変化判定部は、前記検出部で生成される検出情報に基づいて、前記動態の位相変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。

50

【 0 0 1 4 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の発明において、
撮影により取得すべき動態の位相幅及び前記撮影部により撮影済みの動態の位相幅を同時に表示する表示部を備える。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の発明において、
撮影により取得すべき動態の全位相のフレーム画像が揃っていない場合に、撮影者に対して撮影継続を誘導する情報を出力する出力部を備える。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の発明において、
撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃っていない場合に、次工程への移行操作が不可である旨を通知する情報を出力する出力部を備える。

10

【 0 0 1 7 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の発明において、
撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃った場合に、その旨を報知する情報を出力する出力部を備える。

請求項 9 に記載の発明の放射線撮影システムは、
放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を
入力する操作部と、
前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記指示されたフレーム画像を連結する制御部と、
を備える。

20

請求項 10 に記載の放射線撮影システムは、
放射線を照射して被写体の動態を示す複数のフレーム画像を撮影する撮影部と、
撮影中の前記被写体の動態を検出し、その検出情報を生成する検出部と、
前記検出部で生成される検出情報に基づいて、撮影中の前記動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する変化判定部と、
前記複数のフレーム画像のうち連結するフレーム画像を指示するための連結指示情報を
入力する操作部と、
前記変化判定部により前記動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの前記動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、前記操作部から入力された連結指示情報に基づいて、前記破棄されたフレーム画像以外の前記指示されたフレーム画像を連結する制御部と、
を備える。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合等における被写体の被曝線量増加を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施形態における放射線撮影システムの全体構成を示す図である。

【図 2】第 1 及び第 2 の実施形態における放射線撮影システムの機能的構成を示すブロック図である。

【図 3】縦軸を動態画像における肺野面積（又は信号値）、横軸を経過時間 t としてプロットしたグラフ（波形）である。

【図 4】変化判定部における判定アルゴリズムを模式的に示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態における制御部の画像取り込み制御の一例を示す図である。

【図 6】第 2 の実施形態における制御部の画像取り込み制御の一例を示す図である。

50

【図 7】第 3 の実施形態における放射線撮影システムの機能的構成を示すブロック図である。

【図 8】撮影により取得すべき動態の位相幅（リファレンス）及びフレーム画像を取得済み（撮影済み）の動態の位相幅を同時に表示した画面の一例を示す図である。

【図 9】連結指示画面の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。ただし、発明の範囲は、図示例に限定されない。

【 0 0 2 2 】

< 第 1 の実施形態 >

〔放射線撮影システム 1 0 0 の構成〕

まず、構成を説明する。

図 1 に、本実施形態における放射線撮影システム 1 0 0 の全体構成を示す。図 2 に、本実施形態における放射線撮影システム 1 0 0 の機能的構成を示す。

図 1 に示すように、放射線撮影システム 1 0 0 は、撮影装置 1 と、撮影用コンソール 2 とが通信ケーブル等により接続され、撮影用コンソール 2 と、診断用コンソール 3 とが LAN（Local Area Network）等の通信ネットワーク N T を介して接続されて構成されている。放射線撮影システム 1 0 0 を構成する各装置は、D I C O M（Digital Image and Communications in Medicine）規格に準じており、各装置間の通信は、D I C O M に則って行われる。

【 0 0 2 3 】

〔撮影装置 1 の構成〕

撮影装置 1 は、画像取得部 1 1 0（撮影部）として機能するもので、例えば、呼吸運動に伴う肺の膨張及び収縮の形態変化、心臓の拍動等の、周期性（サイクル）を持つ被写体 M の動態を撮影し、被写体 M の動態を示す動態画像を取得する。動態撮影は、被写体 M に対し、X 線等の放射線を連続照射して複数の画像を取得（即ち、連続撮影）することにより行う。この連続撮影により得られた一連の画像を動態画像と呼ぶ。また、動態画像を構成する複数の画像のそれぞれをフレーム画像と呼ぶ。被写体 M は、特に限定されないが、本実施形態では被写体 M が胸部である場合を例にとり説明する。

撮影装置 1 は、図 1 に示すように、放射線源 1 1、放射線照射制御装置 1 2、放射線検出部 1 3、読取制御装置 1 4 等を備えて構成されている。

【 0 0 2 4 】

放射線源 1 1 は、被写体 M を挟んで放射線検出部 1 3 と対向する位置に配置され、放射線照射制御装置 1 2 の制御に従って、被写体 M に対し放射線（X 線）を照射する。

放射線照射制御装置 1 2 は、撮影用コンソール 2 に接続されており、撮影用コンソール 2 から入力された放射線照射条件に基づいて放射線源 1 1 を制御して放射線撮影を行う。撮影用コンソール 2 から入力される放射線照射条件は、例えば、連続照射時のパルスレート、パルス幅、パルス間隔、1 撮影あたりの撮影フレーム数、X 線管電流の値、X 線管電圧の値、付加フィルター種等である。パルスレートは、1 秒あたりの放射線照射回数であり、後述するフレームレートと一致している。パルス幅は、放射線照射 1 回当たりの放射線照射時間である。パルス間隔は、連続撮影において、1 回の放射線照射開始から次の放射線照射開始までの時間であり、後述するフレーム間隔と一致している。

【 0 0 2 5 】

放射線検出部 1 3 は、F P D 等の半導体イメージセンサーにより構成される。F P D は、例えば、ガラス基板等を有しており、基板上の所定位置に、放射線源 1 1 から照射されて少なくとも被写体 M を透過した放射線をその強度に応じて検出し、検出した放射線を電気信号に変換して蓄積する複数の検出素子（画素）がマトリックス状に配列されている。各画素は、例えば T F T（Thin Film Transistor）等のスイッチング部を備えて構成されている。F P D には X 線をシンチレーターを介して光電変換素子により電気信号に変換す

10

20

30

40

50

る間接変換型、X線を直接的に電気信号に変換する直接変換型があるが、何れを用いてもよい。

放射線検出部13は、被写体Mを挟んで放射線源11と対向するように設けられている。

【0026】

読取制御装置14は、撮影用コンソール2に接続されている。読取制御装置14は、撮影用コンソール2から入力された画像読取条件に基づいて放射線検出部13の各画素のスイッチング部を制御して、当該各画素に蓄積された電気信号の読み取りをスイッチングしていき、放射線検出部13に蓄積された電気信号を読み取ることにより、画像データを取得する。この画像データがフレーム画像である。そして、読取制御装置14は、取得したフレーム画像を撮影用コンソール2に出力する。画像読取条件は、例えば、フレームレート、フレーム間隔、画素サイズ、画像サイズ(マトリックスサイズ)等である。フレームレートは、1秒あたりに取得するフレーム画像数であり、パルスレートと一致している。フレーム間隔は、連続撮影において、1回のフレーム画像の取得動作開始から次のフレーム画像の取得動作開始までの時間であり、パルス間隔と一致している。

10

【0027】

ここで、放射線照射制御装置12と読取制御装置14は互いに接続され、互いに同期信号をやりとりして放射線照射動作と画像の読み取りの動作を同調させるようになっている。

【0028】

20

〔撮影用コンソール2の構成〕

撮影用コンソール2は、放射線撮影制御装置として、放射線照射条件や画像読取条件を撮影装置1に出力して撮影装置1による放射線撮影及び放射線画像の読み取り動作を制御するとともに、撮影装置1により撮影された動態画像の各フレーム画像の取り込みを制御する。

撮影用コンソール2は、図1に示すように、CPU(Central Processing Unit)21、記憶部22、操作部23、表示部24、通信部25を備えて構成され、各部はバス26により接続されている。

【0029】

CPU21は、操作部23の操作に応じて、記憶部22に記憶されているシステムプログラムや各種処理プログラムを読み出して各種処理を実行することにより、後述する制御部210、検出部211、変化判定部212(図2参照)として機能する。

30

【0030】

記憶部22は、不揮発性の半導体メモリーやハードディスク等により構成される。記憶部22は、CPU21により実行される各種プログラムやプログラムにより処理の実行に必要なパラメーター、或いは処理結果等のデータを記憶する。また、記憶部22は、胸部を動態撮影する際の放射線照射条件及び画像読取条件を記憶している。各種プログラムは、読取可能なプログラムコードの形態で格納され、CPU21は、当該プログラムコードに従った動作を逐次実行する。

【0031】

40

操作部23は、カーソルキー、数字入力キー、及び各種機能キー等を備えたキーボードと、マウス等のポインティングデバイスを備えて構成され、キーボードに対するキー操作やマウス操作により入力された指示信号をCPU21に出力する。また、操作部23は、表示部24の表示画面にタッチパネルを備えても良く、この場合、タッチパネルを介して入力された指示信号をCPU21に出力する。また、操作部23は、曝射指示信号(曝射開始指示信号)を入力するための曝射スイッチを備え、曝射スイッチの操作信号をCPU21に出力する。

【0032】

表示部24は、LCD(Liquid Crystal Display)やCRT(Cathode Ray Tube)等のモニターにより構成され、CPU21から入力される表示信号の指示に従って、操作部2

50

3からの入力指示やデータ等を表示する。

【0033】

通信部25は、LANアダプターやモデムやTA(Terminal Adapter)等を備え、通信ネットワークNTに接続された各装置との間のデータ送受信を制御する。

【0034】

〔診断用コンソール3の構成〕

診断用コンソール3は、撮影用コンソール2から送信された動態画像を解析し、その解析結果や動態画像を表示して医師が読影診断するための画像処理装置である。

診断用コンソール3は、図1に示すように、CPU31、記憶部32、操作部33、表示部34、通信部35を備えて構成され、各部はバス36により接続されている。

10

【0035】

CPU31は、操作部33の操作に応じて、記憶部32に記憶されているシステムプログラムや、各種処理プログラムを読み出して画像解析処理を始めとする各種処理を実行することにより、解析部310(図2参照)として機能する。

【0036】

記憶部32は、不揮発性の半導体メモリーやハードディスク等により構成される。記憶部32は、CPU31で画像解析処理を実行するためのプログラムを始めとする各種プログラムやプログラムにより処理の実行に必要なパラメーター、或いは処理結果等のデータを記憶する。これらの各種プログラムは、読取可能なプログラムコードの形態で格納され、CPU31は、当該プログラムコードに従った動作を逐次実行する。

20

【0037】

操作部33は、カーソルキー、数字入力キー、及び各種機能キー等を備えたキーボードと、マウス等のポインティングデバイスを備えて構成され、キーボードに対するキー操作やマウス操作により入力された指示信号をCPU31に出力する。また、操作部33は、表示部34の表示画面にタッチパネルを備えても良く、この場合、タッチパネルを介して入力された指示信号をCPU31に出力する。

【0038】

表示部34は、LCDやCRT等のモニターにより構成され、CPU31から入力される表示信号の指示に従って、操作部33からの入力指示やデータ等を表示する。

【0039】

30

通信部35は、LANアダプターやモデムやTA等を備え、通信ネットワークNTに接続された各装置との間のデータ送受信を制御する。

【0040】

〔放射線撮影システム100の動作〕

次に、図2～図5を参照して、第1の実施形態における放射線撮影システム100の一連の動作について説明する。なお、以下の説明において、放射線照射条件の放射線照射制御装置12への送信、画像読取条件の読取制御装置14への送信は完了しているものとする。また、被写体Mは放射線源11と放射線検出部13の間にポジショニングされているものとする。

【0041】

40

まず、撮影者により撮影用コンソール2の操作部23の曝射スイッチが押下され、曝射指示信号(曝射開始指示信号)が入力されると、制御部210は、曝射制御信号(ここでは、曝射開始制御信号)を画像取得部110(具体的には、放射線照射制御装置12)に出力する。

【0042】

画像取得部110は、制御部210から曝射開始制御信号を受信すると、動態撮影を開始し、フレーム画像を順次取得する。具体的には、放射線照射制御装置12に設定されたパルス間隔で放射線源11により被写体Mに放射線を照射し、放射線検出部13によりフレーム画像を順次取得する。画像取得部110は、フレーム画像を取得する毎に、取得したフレーム画像の画像データを撮影用コンソール2に送信する。

50

制御部 210 は、画像取得部 110 からフレーム画像の画像データが送信される毎に、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて記憶部 22 に記憶させるとともに、リアルタイムで、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて検出部 211 に出力する。

【0043】

検出部 211 は、フレーム画像の画像データが入力される毎に、リアルタイムで、入力された画像データに基づいて被写体 M の動態を検出し、その検出情報を生成してフレーム番号に対応付けて変化判定部 212 に出力する。

【0044】

ここで、胸部の動態画像においては、呼吸運動に伴い、肺の形態が周期的に（正弦波的に）変化する。呼吸運動の一周期（呼吸周期）には、1 回の吸気モードと呼気モードが含まれる。吸気モードとは、息を吸い込んでいくモードであり、それに連れて肺野の領域が大きくなり横隔膜が押し下げられる。肺野の密度は低くなる。呼気モードとは、息を吐き出すモードであり、それにつれて肺野の領域が小さくなり横隔膜が上がってくる。肺野の密度は高くなる。

【0045】

動態画像では、呼吸運動による肺野領域のサイズの変化に伴い、吸気モードでは肺野の面積が大きくなっていき、呼気モードでは肺野の面積が小さくなっていく。また、呼吸運動による肺野の密度変化に伴い、吸気モードでは肺野の信号値（濃度値）が高くなっていき、呼気モードでは肺野の信号値が低くなっていく。図 3 に、縦軸を画像取得部 110 により取得された動態画像における肺野面積（又は信号値）、横軸を経過時間 t としてプロットしたグラフ（波形）を示す。

【0046】

そこで、検出部 211 は、例えば、入力されたフレーム画像の画像データから肺野面積を算出し、算出した肺野面積の値を被写体 M の動態の検出情報（検出値）として変化判定部 212 に出力する。

【0047】

フレーム画像からの肺野領域の抽出は、例えば、フレーム画像の各画素の信号値のヒストグラムから判別分析によって閾値を求め、この閾値より高信号の領域を肺野領域候補として 1 次抽出する。次いで、1 次抽出された肺野領域候補の境界付近でエッジ検出を行い、境界付近の小ブロックでエッジが最大となる点を境界に沿って抽出すれば肺野領域の境界を抽出することができる。肺野面積は、肺野領域内の画素数に基づいて算出することができる。又は、肺野領域の上端と下端までの長さを肺野領域の面積と見做してもよい。

また、肺野面積の代わりに、肺野領域内の ROI（Region of Interest：関心領域）の信号値の平均値を求めて検出情報としてもよい。

【0048】

変化判定部 212 は、検出部 211 から検出情報が入力される毎に、リアルタイムで、入力された検出情報に基づいて被写体 M の動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。具体的には、入力された検出情報の位相変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。そして、その判定結果を示す判定結果情報を判定に用いた検出情報を算出したときのフレーム画像のフレーム番号に対応付けて制御部 210 に出力する。

【0049】

ここで、上述のように、呼吸運動により肺野の形態は正弦波的な変化をする。これに伴い、動態画像における肺野面積（又は信号値）は、図 3 に示すように正弦波的な変化をする。

正弦波は、以下の〔式 1〕により表される。

$$y(t) = A \sin(\omega t + \phi) \cdots \text{〔式 1〕}$$

ここで、 A は振幅、 ω は角速度、 ϕ は初期位相、 $(\omega t + \phi)$ は位相である。位相は、呼気と吸気による呼吸の周期運動における、1 サイクル中の相対位置を示し、位相を ϕ とすると、位相 $\phi + 2n$ （ n は任意の整数）は ϕ （と同位相）と定義する。乱れのない

10

20

30

40

50

呼吸運動下では、 θ は略一定であり、位相は時間 t が 1 変化すると一定量 () だけ変化する。

【 0 0 5 0 】

ここで、例えば、患者が撮影中にむせた等により呼吸の乱れが発生した場合、呼吸が速くなったり遅れたりする。このような呼吸の乱れは、患者の通常の呼吸運動による肺野の変化を示しているものではなく、診断や解析には適さない。

呼吸が乱れると、肺野の形態が変化する速度が変化する。即ち、呼吸の乱れが発生していない状態における所定時間内における位相変化とは異なる位相変化が発生する。動態画像においても同様に、呼吸が乱れると、肺野の面積 (又は信号値) が変化する速度が変化する。即ち、呼吸の乱れが発生していない状態における位相変化とは異なる位相変化が発生する。

10

【 0 0 5 1 】

そこで、本実施形態において、変化判定部 2 1 2 は、検出部 2 1 1 の検出値の一定時間毎の変化量 (変化の速度) を算出し、算出した変化量に基づいて、被写体 M の動態の位相変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。

【 0 0 5 2 】

図 4 に、変化判定部 2 1 2 における判定アルゴリズムを模式的に示す。図 4 において、波形は、縦軸を検出値、横軸を経過時間 t としたときの検出信号波形 (呼吸波形) のグラフを示す。グラフの横軸に対応付けて表示されている期待値の欄及び検出値の欄の「+」は、その時間における変化量 (期待値の変化量、検出値の変化量) が予め定められた基準量以上の増加であることを示し、「-」は、基準量以上の減少であることを示し、「*」は、基準量未満の増減であることを示す。図 4 の期待値の欄の符号は、期待する呼吸波形 (基準呼吸波形) における肺野面積 (信号値) の期待値の変化量を一定時間毎 (ここではフレーム間隔毎) に上記「+」「-」「*」の 3 種類で分類したものである。本実施形態においては、初期値を「*」とし、続いて「+」又は「-」が 4 回連続したのち、「*」が後続するパターンを半周期分の期待される動態の参照シーケンスとしている。

20

【 0 0 5 3 】

変化判定部 2 1 2 は、図 4 に示すように、一定時間毎 (フレーム間隔毎) の検出値の変化量 (ここでは、入力された検出値と一つ前に入力された検出値との差分) が上記「+」「-」「*」の 3 種類のいずれに該当するかを判定する。そして、期待値の変化量との符号の一致が連続した場合、半周期毎に、有効 (位相変化が予め定められた範囲内である) と判定し、期待値の変化量との符号の不一致が発生した場合は、無効 (位相変化が予め定められた範囲内ではない) と判定し、判定結果情報を制御部 2 1 0 に出力する。ここで、有効と判定される位相変化は、診断や解析に有効な範囲内の位相変化であり、無効と判定される位相変化は、診断や解析に有効な範囲内ではない位相変化である。無効と判定した場合、変化判定部 2 1 2 は、参照シーケンスをリセットし、リセット後最初の期間での検出値が増加しているか減少しているかによって参照シーケンスを決定して、期待値の変化量と検出値の変化量と比較することを繰り返す。

30

【 0 0 5 4 】

制御部 2 1 0 は、変化判定部 2 1 2 から判定結果情報が入力されると、その判定結果に応じてフレーム画像の取り込みを制御する。

40

具体的に、制御部 2 1 0 は、図 5 に示すように、撮影中に変化判定部 2 1 2 により無効と判定された場合に、記憶部 2 2 に記憶されている、その判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像までの一連のフレーム画像を破棄 (削除) し、その後に変化判定部 2 1 2 により有効と判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像から記憶する (取り込む) ように記憶部 2 2 を制御する。

例えば、図 5 においては、撮影開始から時間 t_1 の直前までのフレーム画像が記憶部 2 2 から破棄され、時間 t_1 のフレーム画像から記憶部 2 2 に記憶される。

【 0 0 5 5 】

記憶部 2 2 に所定位相幅 (所定周期分) のフレーム画像が揃った時点で、制御部 2 1 0

50

は、画像取得部 110 に曝射終了制御信号を出力し、撮影を終了する。そして、操作部 23 から次工程（動態解析）への移行が指示されると、制御部 210 は、記憶部 22 に記憶されている一連のフレーム画像を読み出して通信部 25 により解析部 310（診断用コンソール 3）に送信する。解析部 310 は、受信した動態画像のフレーム画像に基づいて動態解析を行う。

【0056】

第 1 の実施形態によれば、1 回の動態撮影によって診断や解析に有効なフレーム画像のみからなる動態画像を取り込むことができるので、再撮影の手間を省くことができる。また、撮影の途中に動態に乱れが生じても有効と判定されたときの位相に対応するフレーム画像を生かすことができるので、患者の被曝線量の増加を抑制することが可能となる。

10

【0057】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

第 2 の実施形態における放射線撮影システム 100 の全体構成は、図 1 を用いて第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。また、第 2 の実施形態における機能的構成は、図 2 に示すとおりであるが、第 2 の実施形態では、変化判定部 212 の判定結果に応じて制御部 210 で実行される制御が第 1 の実施形態と異なる。以下、図 2、図 6 を参照して第 2 の実施形態における放射線撮影システム 100 の一連の動作について説明する。

【0058】

20

まず、撮影者により撮影用コンソール 2 の操作部 23 の曝射スイッチが押下され、曝射指示信号（ここでは、曝射開始指示信号）が入力されると、制御部 210 は、曝射制御信号（ここでは、曝射開始制御信号）を画像取得部 110（具体的には、放射線照射制御装置 12）に出力する。

【0059】

画像取得部 110 は、制御部 210 から曝射開始制御信号を受信すると、動態撮影を開始し、フレーム画像を取得する毎に、取得したフレーム画像の画像データを撮影用コンソール 2 に送信する。

制御部 210 は、画像取得部 110 からフレーム画像の画像データが送信される毎に、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて記憶部 22 に記憶させるとともに、リアルタイムで、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて検出部 211 に出力する。

30

【0060】

検出部 211 は、フレーム画像の画像データが入力される毎に、リアルタイムで、入力された画像データに基づいて被写体 M の動態を検出し、その検出情報を生成してフレーム番号に対応付けて変化判定部 212 に出力する。検出部 211 の例については、第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。

【0061】

変化判定部 212 は、検出部 211 から検出情報が入力される毎に、リアルタイムで、入力された検出情報に基づいて被写体 M の動態の変化が予め定められた範囲内であるかを判定する。具体的には、入力された検出情報の位相変化が予め定められた範囲内であるかを判定する。そして、その判定結果を示す判定結果情報をフレーム番号に対応付けて制御部 210 に出力する。変化判定部 212 の判定アルゴリズムの例については、第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。

40

【0062】

制御部 210 は、変化判定部 212 から判定結果情報が入力されると、入力された判定結果情報に応じてフレーム画像の取り込みを制御する。

具体的に、制御部 210 は、図 6 に示すように、変化判定部 212 により無効と判定された場合に、無効と判断されたときの動態の位相に対応するフレーム画像を記憶部 22 から破棄（削除）する。そして、破棄したフレーム画像の後に画像取得部 110 により撮影

50

(取得)されたフレーム画像であって、破棄されたフレーム画像に対応する位相と同位相の有効と判断されたときのフレーム画像を、破棄されたフレーム画像の直前のフレーム画像の後に自動的に連結する。有効と判断されても連結に該当しないフレーム画像(例えば、図6のt2~t3のフレーム画像)は破棄する。

例えば、図6においては、t1~t3までのフレーム画像が破棄され、t3以降のフレーム画像がt1の直前のフレーム画像の後に自動的に連結される。

【0063】

記憶部22に所定位相幅(所定周期分)のフレーム画像が揃った時点で、制御部210は、画像取得部110に曝射終了制御信号を出力し、撮影を終了する。そして、操作部23から次工程(動態解析)への移行が指示されると、制御部210は、記憶部22に記憶されている一連のフレーム画像を読み出して通信部25により解析部310(診断用コンソール3)に送信する。解析部310は、受信した動態画像のフレーム画像に基づいて動態解析を行う。

【0064】

第2の実施形態によれば、1回の動態撮影によって診断や解析に有効なフレーム画像のみからなる動態画像を取り込むことができるので、再撮影の手間を省くことができる。また、撮影の中に動態に乱れがあっても有効と判定されたときの位相に対応するフレーム画像を生かすことができるので、患者の被曝線量の増加を抑制することが可能となる。さらに、無効と判定される前のフレーム画像も生かすことができるので、より一層患者の被曝線量の増加を抑制することが可能となる。

【0065】

<第3の実施形態>

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

第1及び第2の実施形態では、撮影中にリアルタイムで無効な位相のフレーム画像を破棄して有効な位相のフレーム画像のみを取り込む場合を例にとり説明したが、第3の実施形態では、撮影終了後に、撮影者の操作に応じて有効な位相に対応するフレーム画像を取り込む場合を例にとり説明する。また、第1及び第2の実施形態では、撮影終了は制御部210により自動的に制御されることとしたが、本実施形態では、撮影者の曝射スイッチの開放操作に応じて曝射終了指示信号が制御部210に出力され、撮影が終了する場合を例にとり説明する。

【0066】

第3の実施形態における放射線撮影システム100の全体構成は、図1を用いて第1の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。以下、図7~図9を参照して第3の実施形態における放射線撮影システム100の一連の動作について説明する。

【0067】

まず、撮影者により撮影用コンソール2の操作部23の曝射スイッチが押下され、曝射指示信号(ここでは、曝射開始指示信号)が入力されると、制御部210は、曝射制御信号(ここでは、曝射開始制御信号)を画像取得部110(具体的には、放射線照射制御装置12)に出力する。

【0068】

画像取得部110は、制御部210から曝射開始制御信号を受信すると、動態撮影を開始し、フレーム画像を取得する毎に、取得したフレーム画像の画像データを撮影用コンソール2に送信する。

制御部210は、画像取得部110からフレーム画像の画像データが送信される毎に、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて記憶部22に記憶させるとともに、リアルタイムで、送信された画像データにフレーム番号を対応付けて検出部211に出力する。

【0069】

検出部211は、フレーム画像の画像データが入力される毎に、リアルタイムで、入力された画像データに基づいて被写体Mの動態を検出し、その検出情報を生成してフレーム

10

20

30

40

50

番号に対応付けて変化判定部 2 1 2 に出力する。検出部 2 1 1 の例については、第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。

【 0 0 7 0 】

変化判定部 2 1 2 は、検出部 2 1 1 から検出情報が入力される毎に、リアルタイムで、入力された検出情報に基づいて被写体 M の動態の変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。具体的には、入力された検出情報の位相変化が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。そして、その判定結果情報及び判定に用いた検出情報をフレーム番号に対応付けて制御部 2 1 0 に出力する。変化判定部 2 1 2 の例については、第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。

【 0 0 7 1 】

制御部 2 1 0 は、変化判定部 2 1 2 から判定結果情報及び判定に用いた検出情報が入力されると、入力された判定結果をフレーム番号に対応付けて記憶部 2 2 に記憶させる。

【 0 0 7 2 】

また、制御部 2 1 0 は、撮影中に、撮影者が撮影終了タイミングを把握できるように支援するために、撮影により取得すべき動態の位相幅（リファレンス）及び画像取得部 1 1 0 によってフレーム画像を取得済み（撮影済み）の動態の位相幅を同時に表示部 2 4 に表示させる。例えば、図 8 に示すように、表示部 2 4 の表示画面上段に、取得すべき動態の位相幅（例えば、最大吸気位から始まる呼吸 3 周期分等）の波形を表示するとともに、下段に、変化判定部 2 1 2 から入力される検出情報に基づいて、画像取得部 1 1 0 によって取得済みの動態の位相幅の波形を表示する。これにより、撮影者は、取得すべき位相幅に対し、どの程度の有効な位相幅のフレーム画像を撮影済みであるかを容易に把握することができる。即ち、撮影終了タイミングの把握が容易となる。

【 0 0 7 3 】

なお、取得すべき動態の位相幅に対し、どの程度の有効な位相幅のフレーム画像を取得済みであるかを更に直感的に撮影者が把握できるようにするために、上段の取得すべき動態の位相幅の表示を、下段の取得済みの位相幅に応じて右側にシフトさせていくこととしてもよい。例えば、図 8 の例では、A の位置が B の位置にくるようにシフトさせる。これにより、あと約半周期で撮影が完了することを撮影者が直感的に把握することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

または、制御部 2 1 0 は、取得すべき動態の全位相幅のフレーム画像が揃っていない場合、撮影者に対して撮影継続を誘導する情報を表示部 2 4 に表示させることとしてもよい。

例えば、制御部 2 1 0 は、撮影者に対して撮影継続を誘導する表示として、取得すべき動態の全位相幅のフレーム画像に対する有効なフレーム画像（変化判定部 2 1 2 により有効と判定されたときのフレーム画像）の取得状況を表示部 2 4 に表示（出力）させる。具体的には、制御部 2 1 0 は、表示部 2 4 の表示画面上段に、取得すべき動態の位相幅の波形を表示するとともに、下段に、変化判定部 2 1 2 から入力される検出情報及び判定結果情報に基づいて、有効なフレーム画像を取得済みの位相幅の波形を表示する。或いは、制御部 2 1 0 は、変化判定部 2 1 2 から入力される判定結果情報に基づいて、取得すべき動態の位相幅に対する有効なフレーム画像を取得済みの位相幅の割合（％）を算出し、表示部 2 4 に表示する。或いは、有効なフレーム画像を取得済みの位相幅に基づいて、有効なフレーム画像を取得済みの呼吸数を算出して表示してもよい。これにより、撮影者が途中で撮影を止めてしまうことを防止することができる。また、撮影者が、取得すべき動態に対し有効なフレーム画像がどれだけ取得済みであるのか、あとどれだけ撮影を継続すればよいかを容易に把握することが可能となる。なお、撮影用コンソール 2 に図示しない音声出力部又は振動発生部を備える構成とし、取得すべき動態の位相幅（例えば、吸気から始まる呼吸 3 周期分等）に対する、有効なフレーム画像を取得済みの位相幅の割合（％）に応じた音又は振動を出力することとしてもよい。

【 0 0 7 5 】

また、制御部 210 は、取得すべき全位相幅のフレーム画像が揃った場合、その旨を示す表示を表示部 24 に表示させることとしてもよい。例えば、有効なフレーム画像を取得済みの位相幅が 100% に達したことを表示したり、呼吸数が所定の呼吸数に達したことを表示したりする。これにより、撮影者は、撮影を完了する（曝射スイッチを開放する）タイミングを把握することができる。なお、撮影用コンソール 2 に図示しない音声出力部又は振動発生部を備える構成とし、取得すべき全位相幅のフレーム画像が揃ったことを示す音又は振動（取得状況を示す音又は振動とは異なる）を出力することとしてもよい。

【0076】

操作部 23 の曝射スイッチが開放され、曝射終了指示信号が入力されると、制御部 210 は、画像取得部 110（放射線照射制御装置 12）に曝射制御信号（曝射終了制御信号）を送信し、動態撮影を終了する。

10

【0077】

動態撮影が終了すると、制御部 210 は、記憶部 22 に記憶されている一連のフレーム画像及び判定結果情報を読み出して、各フレーム画像に対応する判定結果情報に応じて画像の取り込みを制御する。

具体的に、制御部 210 は、変化判定部 212 により無効と判定された場合（無効の判定結果情報が存在した場合）、無効と判定されたときの位相に対応するフレーム画像を記憶部 22 から破棄（削除）する。次いで、表示部 24 に、撮影者による操作部 23 の連結指示操作に応じて破棄により離散的となったフレーム画像を連結するための連結指示画面を表示する。そして、連結指示画面において操作部 23 から入力された連結指示信号に基づいて、破棄されたフレーム画像以外のフレーム画像（即ち、今回動態撮影された一連のフレーム画像のうち破棄されずに残されたフレーム画像）を連結して動態画像として記憶部 22 に記憶する。

20

【0078】

例えば、制御部 210 は、記憶部 22 に記憶されている動態の検出情報に基づいて、連結指示画面を表示部 24 に表示する。連結指示画面は、例えば、図 9 に示すように、撮影時の動態を示す波形 241 及び連結指示ボタン 242 等が表示された画面である。波形 241 において、破棄された位相幅は区別して表示される。そして、操作部 23 により波形上の 2 点が指定され連結指示ボタン 242 が押下されることにより連結指示信号が入力されると、制御部 210 は、連結指示信号に応じて指定されたフレーム画像間を連結し、連結したフレーム画像を動態画像として記憶部 22 に記憶する（取り込む）。指定された位相の間の位相のフレーム画像は破棄される。

30

なお、第 3 の実施形態においては波形上の 2 点を指定して連結指示するとしたが、指定する点の数を増やすことで断片化された複数のフレーム画像の連結指示をし、フレーム画像の前後を入れ替えて結合することとしてもよい。

また、無効と判定されたときの位相に対応するフレーム画像がない場合は、制御部 210 は、記憶部 22 に記憶されているフレーム画像をそのまま動態画像として取り込む。

【0079】

また、画像の取り込みが終了すると、制御部 210 は、判定結果情報に基づいて、取得すべき全位相幅のフレーム画像が揃っているか否かを判断する。取得すべき全位相幅のフレーム画像が揃っていない場合、制御部 210 は、次工程への移行ができない旨を表示部 24 に表示させる。例えば、表示部 24 に「必要な画像が揃っていません。撮影を続行してください」等のメッセージを表示させる。また、撮影用コンソール 2 に図示しない音声出力部を備える構成とし、メッセージを音声により出力することとしてもよい。或いは、所定のブザー音等を出力することとしてもよい。これにより、必要な動態の全位相幅のフレーム画像が揃っていない状態で次工程に進んでしまうことを防止することができる。

40

一方、取得すべき全位相幅のフレーム画像が揃っている場合、制御部 210 は、操作部 23 から次工程（動態解析）への移行指示を待機し、移行指示が入力されると、記憶部 22 に記憶されている一連のフレーム画像を読み出して通信部 25 により解析部 310（診断用コンソール 3）に送信する。診断用コンソール 3 は、受信した動態画像のフレーム画

50

像に基づいて動態解析を行う。

【0080】

第3の実施形態によれば、撮影者が手動でフレーム画像の連結操作を行うことができるので、連結する位相を確認しながら、最適な位相で連結することができる。また、また、撮影の中に動態に乱れがあっても有効と判定されたときの位相に対応するフレーム画像を生かすことができるので、患者の被曝線量の増加を抑制することが可能となる。

【0081】

なお、第3の実施形態においては、撮影中に、撮影者が撮影終了タイミングを把握できるように支援するために、取得すべき動態の位相幅（リファレンス）及び画像取得部110によって取得済みのフレーム画像の位相幅を同時に表示部24に表示させたり、有効なフレーム画像の取得状況について表示したりした。そして、この表示を行うために、検出部211及び変化判定部212は、撮影中にリアルタイムで動態の変化の検出や動態の周期的変化が有効であるか否かの判定を行った。しかし、上記の表示は必須ではなく、上記の表示を行わない場合は、検出部211は、撮影終了後に記憶部22に記憶されたフレーム画像に基づいて動態の周期的変化の検出を行い、変化判定部212は、その検出情報に基づいて動態の変化の有効又は無効を判定することとしてもよい。

【0082】

また、第3の実施形態においては、動態撮影終了後、変化判定部212により無効と判定されて破棄されたフレーム画像の前後のフレーム画像の連結を操作部23の操作に応じて行うこととしたが、第3の実施形態におけるこの連結については、制御部210により自動で連結を行うこととしてもよい。即ち、第2の実施形態で説明したように、破棄したフレーム画像の後に画像取得部110から取得されたフレーム画像であって、破棄されたフレーム画像に相当する位相と同位相の、有効と判定されたときのフレーム画像を破棄されたフレーム画像の直前のフレーム画像の後に自動的に連結することとしてもよい。

【0083】

以上説明したように、放射線撮影システム100によれば、撮影装置1による動態画像の撮影中に、検出部211は、動態画像の撮影中の被写体Mの動態を検出してその検出情報を生成し、変化判定部212は、検出部211で生成される検出情報に基づいて、撮影中の動態の変化（例えば、動態の位相変化）が予め定められた範囲内であるか否かを判定する。制御部210は、変化判定部212による判定結果に応じて撮影装置1により撮影されたフレーム画像の取り込みを制御する。

従って、動態の変化が予め定められた範囲内（有効）であるか否かに応じて撮影されたフレーム画像を取り込むか取り込まないかを制御することができるので、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合であっても、動態が乱れていない時のフレーム画像は生かすことができ、被写体の被曝線量増加を抑制することができる。

【0084】

例えば、制御部210は、変化判定部212により被写体Mの動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像までの一連のフレーム画像を破棄し、その後に変化判定部212により動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像から取り込みを行う。

従って、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合であっても、動態が乱れていない時のフレーム画像は生かすことができるので、被写体の被曝線量増加を抑制することができる。また、1回の動態撮影によって動態の変化が予め定められた範囲内の有効なフレーム画像のみからなる動態画像を取り込むことができるので、再撮影の手間を省くことができる。

【0085】

また、例えば、制御部210は、変化判定部212により被写体Mの動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、破棄されたフレーム画像の後に撮影されたフレーム画像であ

って、破棄されたフレーム画像に対応する位相と同位相の、動態の変化が予め定められた範囲内であると判定されたときのフレーム画像を、破棄されたフレーム画像の直前のフレーム画像に自動的に連結する。

従って、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合であっても、動態が乱れていない時のフレーム画像は生かすことができるので、被写体の被曝線量増加を抑制することができる。また、1回の動態撮影によって動態の変化が予め定められた範囲内の有効なフレーム画像のみからなる動態画像を取り込むことができるので、再撮影の手間を省くことができる。さらに、動態が変化する前のフレーム画像も生かすことができるので、より一層患者の被曝線量増加を抑制することができる。

【0086】

10

また、例えば、制御部210は、変化判定部212により動態の変化が予め定められた範囲内ではないと判定された場合に、その判定されたときの動態の位相に対応するフレーム画像を破棄し、操作部23から入力された連結指示情報に基づいて、破棄されたフレーム画像以外のフレーム画像を連結する。

従って、撮影者が手動でフレーム画像の連結操作を行うことができるので、連結する位相を確認しながら、最適な位相で連結することができる。また、動態撮影中に被写体の動態が乱れた場合であっても、動態が乱れていない時のフレーム画像は生かすことができるので、被写体の被曝線量増加を抑制することができる。

【0087】

また、撮影により取得すべき動態の位相幅及び撮影済みの動態の位相幅を同時に表示部24に表示することで、撮影者は、取得すべき動態の位相幅に対し、どの程度の有効な位相幅のフレーム画像を撮影済みであるかを容易に把握することが可能となる。

20

【0088】

また、撮影により取得すべき動態の全位相のフレーム画像が揃っていない場合に、撮影者に対して撮影継続を誘導する情報を表示部24等により表示（または、所定の音声、振動等を出力）することで、撮影者が途中で撮影を止めてしまうことを防止することができる。

【0089】

また、撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃っていない場合に、次工程への移行操作が不可である旨を通知する情報を表示部24等により表示（または、所定の音声、振動等を出力）することで、必要な動態の全位相幅のフレーム画像が揃っていない状態で次工程に進んでしまうことを防止することができる。

30

【0090】

また、撮影により取得すべき動態の全位相幅が揃った場合に、その旨を報知する情報を表示部24等により表示（または、所定の音声、振動等を出力）することで、撮影者が撮影完了のタイミングを把握することが可能となる。

【0091】

なお、上記実施形態においては、検出部211は、フレーム画像の画像データに基づいて被写体Mの動態を検出するものとして説明したが、これに限定されるものではない。例えば、被写体Mが胸部である場合、呼吸モニタベルトまたは面圧センサ、加速度センサ、測距用レーザー、電波を用いて被写体の胸部または腹部の動きを検出することとしてもよいし、気速計により呼吸の気流を検出することとしてもよい。さらに、温度センサまたは遠赤外線センサにより鼻呼吸の温度変化を検出することとしてもよいし、放射線撮影と並行して基準線を含む画像を被写体Mに投影して可視光カメラで撮影した画像を解析して胸部または腹部の動きを検出することとしてもよい。その他、公知の呼吸計測方法を用いることが可能である。

40

【0092】

また、上記実施形態においては、検出部211および変化判定部212の機能は撮影用コンソール2のCPU21において実行されとしたが、読取制御装置14が有するCPU（非図示）上で検出部211および変化判定部212の機能が実行されとしてもよく

50

、その場合はフレーム画像を取得する毎に、取得したフレーム画像の画像データを撮影コンソール2に送信する必要はなく、画像データの送信に任意の遅延を持つ構成が可能となる。

【0093】

その他、放射線撮影システム100を構成する各装置の細部構成及び細部動作に関しても、本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

【符号の説明】

【0094】

100 放射線撮影システム

1 撮影装置

10

11 放射線源

12 放射線照射制御装置

13 放射線検出部

14 読取制御装置

2 撮影用コンソール

21 CPU

22 記憶部

23 操作部

24 表示部

25 通信部

20

26 バス

3 診断用コンソール

31 CPU

32 記憶部

33 操作部

34 表示部

35 通信部

36 バス

110 画像取得部

210 制御部

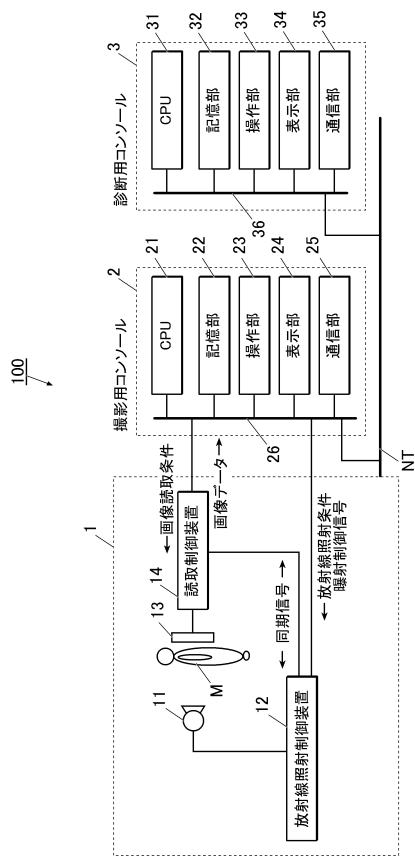
30

211 検出部

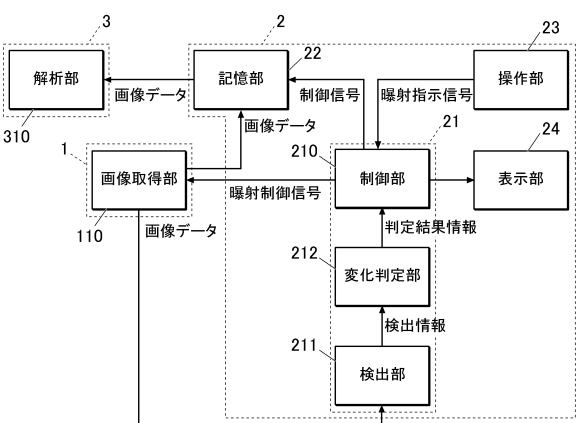
212 変化判定部

310 解析部

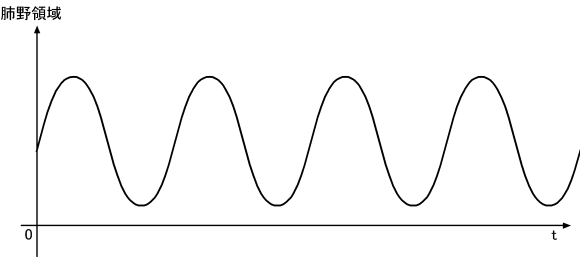
【図 1】



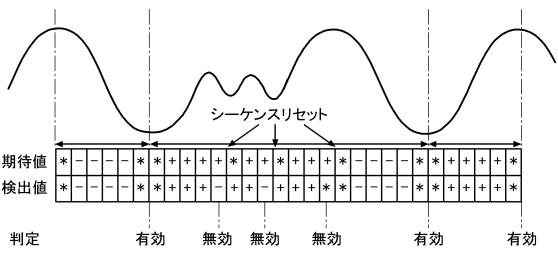
【図 2】



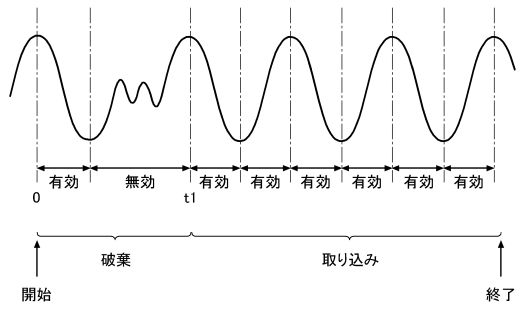
【図 3】



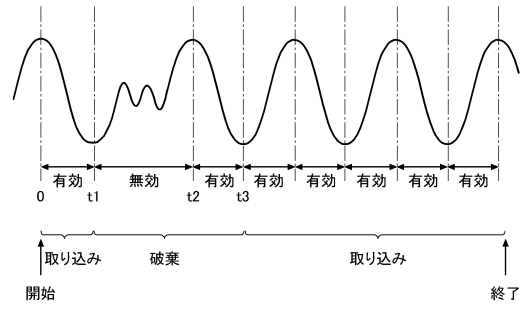
【図 4】



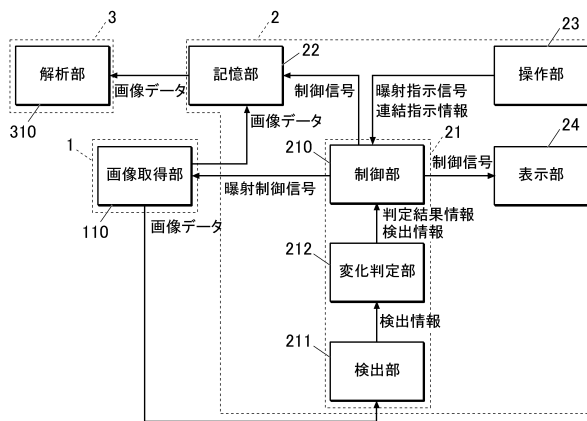
【図 5】



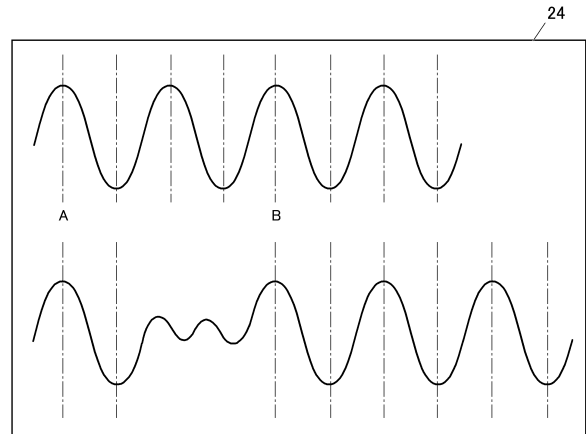
【図 6】



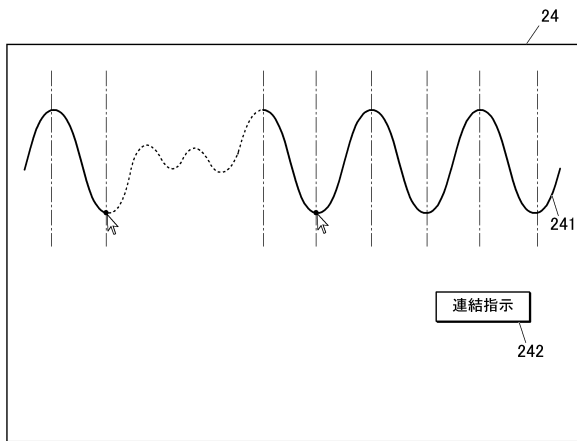
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 国際公開第2013/058055(WO, A1)
国際公開第2013/141067(WO, A1)
特開2008-228914(JP, A)
特開2012-040363(JP, A)
国際公開第2014/124447(WO, A1)
米国特許出願公開第2014/0254762(US, A1)
欧州特許出願公開第02769675(EP, A1)
米国特許出願公開第2015/0042677(US, A1)
欧州特許出願公開第02829231(EP, A1)
米国特許出願公開第2005/0244044(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0294427(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0020452(US, A1)
特開2005-312776(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14