

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-68631

(P2018-68631A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 5 0 M 4 C 0 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-212127 (P2016-212127)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成28年10月28日(2016.10.28)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	辻井 修 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	平野 好教 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	4C093 AA07 CA37 FD03 FF19 FF32

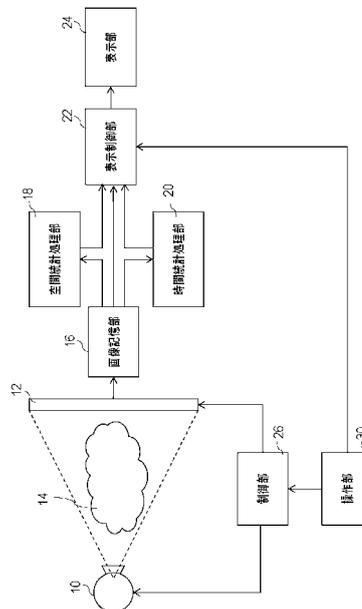
(54) 【発明の名称】 放射線撮影システム、放射線表示方法

(57) 【要約】

【課題】 適切な統計処理に基づく統計画像を表示することができる放射線撮影システムと放射線表示方法を提供する。

【解決手段】 被検者14を透過した放射線を検出して画像データを出力する放射線検出装置と、画像データに基づいて所定画素における平均画素値と分散値を取得して空間統計処理を行う空間統計処理部18と、複数の画像データに基づいて平均画素値と分散値を時系列に取得して時間統計処理を行う時間統計処理部20と、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を表示する表示部24とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者を透過した放射線を検出して画像データを出力する放射線検出装置と、前記画像データに基づいて所定画素における平均画素値と分散値を取得して空間統計処理を行う空間統計処理部と、複数の画像データに基づいて平均画素値と分散値を時系列に取得して時間統計処理を行う時間統計処理部と、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を表示する表示部とを備えることを特徴とする放射線撮影システム。

【請求項 2】

前記表示部は、前記空間統計画像と前記時間統計画像のいずれか一方を表示することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。 10

【請求項 3】

前記表示部は、前記空間統計画像を表示した後に前記時間統計画像を表示することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 4】

前記表示部は、前記空間統計画像と前記時間統計画像のいずれか一方を前記画像データに基づく放射線画像に重畳して表示することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 5】

前記表示部は、前記空間統計画像と前記時間統計画像のいずれか一方を前記画像データに基づく放射線画像と並列に表示することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。 20

【請求項 6】

前記空間統計処理部における空間統計処理と前記時間統計処理部における時間統計処理を同時に行うことを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 7】

前記空間統計処理部における空間統計処理が繰り返し行われた場合、その都度、前記空間統計処理部は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 8】

前記時間統計処理部における時間統計処理が繰り返し行われた場合、その都度、前記時間統計処理部は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。 30

【請求項 9】

前記表示部は、前記空間統計画像又は前記時間統計画像をカラーで表示することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 10】

前記被検者の体動に応じて、前記空間統計処理部による空間統計処理と前記時間統計処理部による時間統計処理を制御する制御部を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。 40

【請求項 11】

前記時間統計処理部は、前記時間統計処理に必要な画像データの統計枚数を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 12】

前記時間統計処理部は、前記時間統計処理の繰り返し周期を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 13】

前記空間統計処理部は、前記空間統計処理に必要な画像データの画素範囲を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影システム。

【請求項 14】

被検者を透過した放射線を検出して画像データを出力するステップと、前記画像データに基づいて所定画素における平均画素値と分散値を取得して空間統計処理を行うステップと、複数の画像データに基づいて平均画素値と分散値を時系列に取得して時間統計処理を行うステップと、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を表示するステップを含む放射線表示方法。

【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、放射線表示方法に関するものであり、特に被検者の構成物質を判別することができる技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

半導体材料によって形成された平面検出器 (Flat Panel Detector) を用いた放射線撮影システムが知られている。放射線撮影システムは、静止画や動画などの放射線画像を撮影することができる。FPDは、放射線の入射により発生した電荷の総量を計測する。

【0003】

ここで、所定領域ごとに画素値の平均値と分散値とを算出して、放射線量子数やエネルギーの平均値を推定する放射線撮影システムが提案されている。(例えば、特許文献1)

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-285356号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1では、例えば、画像の濃度が急激に変化した場合、推定した放射線量子数やエネルギーの平均値に大きな誤差が生じる場合がある。

【0006】

そこで、本発明は、適切な統計処理に基づく統計画像を表示することができる放射線撮影システムと放射線表示方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の目的を達成するために、被検者を透過した放射線を検出して画像データを出力する放射線検出装置と、前記画像データに基づいて所定画素における平均画素値と分散値を取得して空間統計処理を行う空間統計処理部と、複数の画像データに基づいて平均画素値と分散値を時系列に取得して時間統計処理を行う時間統計処理部と、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を表示する表示部とを備える。

【発明の効果】

40

【0008】

本発明によれば、適切な統計処理に基づく統計画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の放射線撮影システムの構成を示す図。

【図2】本発明の時間統計処理を示す図。

【図3】本発明の空間統計処理を示す図。

【図4】本発明の表示部の表示形態の一例を示す図。

【図5】本発明の表示部の表示形態の一例を示す図。

【図6】本発明の動作シーケンスの一例を示す図。

50

【図 7】本発明の動作シーケンスの一例を示す図。

【図 8】本発明の動作シーケンスの一例を示す図。

【図 9】本発明の動作シーケンスの一例を示す図。

【図 10】本発明の表示部の設定画面の一例を示す図。

【図 11】本発明の表示部の設定画面の一例を示す図。

【図 12】本発明の表示部の設定画面の一例を示す図。

【図 13】本発明の表示部の設定画面の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

10

【0011】

<実施例 1>

図 1 に示すように、撮影室には、放射線撮影を行う放射線撮影システムが設置されている。また、撮影室には、放射線を発生させる放射線発生部 10 と、被検者 14 を透過した放射線を検出する放射線検出装置 12 と、放射線検出装置 12 を支持する撮影台（図示しない。）が設置されている。

【0012】

放射線撮影システムは、放射線検出装置 12 で検出された放射線に基づく放射線画像を記憶する画像記憶部 16 と、複数画素の領域毎に平均画素値と分散値を取得して放射線量子数や平均エネルギーを算出する空間統計処理部 18 と、1つの画素毎に平均画素値と分散値を時系列に取得して放射線量子数や平均エネルギーを算出する時間統計処理部 20 とを備えている。つまり、放射線撮影システムは、複数種の統計画像を生成することができる。

20

【0013】

放射線撮影システムは、空間統計処理部 18 で処理された空間統計情報に基づく空間統計画像と時間統計処理部 20 で処理された時間統計情報に基づく時間統計画像の表示制御を行う表示制御部 22 を備えている。そして、放射線撮影システムは、空間統計情報に基づく空間統計画像、時間統計情報に基づく時間統計画像、若しくは放射線に基づく放射線画像を表示する表示部 24 を備えている。

【0014】

放射線撮影システムは、操作者が操作を行う操作部 30 と、放射線発生部 10 の制御を行うとともに、放射線検出装置 12 の制御を行う制御部 26 とを備えている。

30

【0015】

制御部 26 は、ケーブルを介して放射線発生部 10 に接続されている。制御部 26 は、放射線発生部 10 における放射線の撮影条件（管電圧、管電流、照射時間）を設定して、放射線発生部 10 を制御する。放射線発生部 10 は、放射線を発生する放射線源として機能する。放射線発生部 10 は、例えば、放射線管球により実現され、被検者 14（例えば、被検者の特定部位）に向けて放射線を照射する。

【0016】

放射線発生部 10 は、所望の照射範囲に放射線を照射することができる。放射線発生部 10 は、床面又は天井に設置された支持部（図示しない。）を介して設置されている。放射線発生部 10 の照射面には、放射線を遮蔽する絞り（図示しない。）が設置されている。操作者は、放射線を遮蔽する絞りを制御することにより、放射線発生部 10 から照射される放射線の照射範囲を設定することができる。

40

【0017】

放射線撮影システムは、放射線発生部 10 から照射され、被検者 14 を透過した放射線を検出する放射線検出装置 12 を備えている。放射線検出装置 12 は、被検者 14 を通過した放射線を検出し、放射線に応じた画像データを出力するものである。なお、画像データを放射線画像と言い換えることもできる。

【0018】

50

具体的には、放射線検出装置 1 2 は、被検者 1 4 を透過した放射線を、透過放射線量に相当する電荷として検出する。例えば、放射線検出装置 1 2 には、放射線を電荷に変換する a - S e などの放射線を直接的に電荷に変換する直接変換型センサや、C s I などのシンチレータと a - S i などの光電変換素子を用いた間接型センサが用いられる。さらに、放射線検出装置 1 2 は、検出された電荷を A / D 変換することにより、画像データを生成し、画像記憶部 1 6 へ出力する。

【 0 0 1 9 】

操作部 3 0 は、放射線撮影システムにおける処理を操作し、制御部 2 6 と表示制御部 2 2 に操作内容を伝達する。表示部 2 4 は、例えば、液晶ディスプレイ等で実現され、各種情報を操作者（撮影技師、医師）に向けて表示する。操作部 3 0 は、例えば、マウスや操作ボタン等で構成される。なお、表示部 2 4 と操作部 3 0 は、それらが一体となったタッチパネルとして実現されてもよい。

10

【 0 0 2 0 】

制御部 2 6 は、ケーブルを介して放射線検出装置 1 2 に接続されている。ケーブルによって、制御部 2 6 と放射線検出装置 1 2 の間では、電源、画像データや制御信号等が授受される。放射線検出装置 1 2 は、被検者 1 4 を透過した放射線を検出し、当該被検者 1 4 に基づく放射線画像（画像データ）を取得する。すなわち、放射線発生部 1 0 及び放射線検出装置 1 2 が連携して動作して、放射線撮影が行われる。

【 0 0 2 1 】

< 時間統計処理 >

20

ここで、時間統計処理部 2 0 における時間統計処理について説明する。時間統計処理部 2 0 は、放射線画像における 1 つの画素毎に平均画素値と分散値を時系列に取得して放射線量子数や平均エネルギーを推定する。

【 0 0 2 2 】

放射線検出装置 1 2 は、放射線フォトンが可視光フォトンに変換するシンチレータと、該可視光フォトンが電荷に変換する光電変換素子と、該電荷が変換された電圧をデジタル信号に変換して出力する出力回路と、を含む。放射線量子の例である放射線フォトンがシンチレータで吸収されると、シンチレータ内で放射線フォトンが発生する。その際に発生する可視光フォトンの個数は、シンチレータが吸収した放射線フォトンのエネルギーに応じて変化する。具体的には、放射線フォトンのエネルギーが大きいほど、シンチレータで可視光フォトンが多く発生する。また、光電変換素子で発生する電荷の個数に応じた電荷量は、光電変換素子で吸収される可視光フォトンの個数に応じて定まる。そして、放射線検出装置から最終的に出力されるデジタル信号の値は、この電荷量に変換されたアナログの電圧値をアナログ / デジタル変換したものに基づく。例えば、あるエネルギーの放射線フォトンに応じて出力されるデジタル信号の値は 3 0 L S B であり、それよりも高エネルギーの放射線フォトンに応じて出力されるデジタル信号の値は 1 0 0 L S B である。従って、1 個の放射線フォトンがシンチレータに吸収される度に、光電変換素子で発生した電荷量に応じたデジタル信号を取得すれば、その値から放射線フォトンのエネルギーを識別することが可能である。なお、ここでは、L S B をアナログ / デジタル変換の量子化単位として用いており、例えば 3 0 L S B は量子化単位 3 0 個分を意味する。

30

40

【 0 0 2 3 】

ここで、放射線量子のエネルギーの平均値を推定する原理を説明する。図 2 は、放射線量子のエネルギーの平均値を推定する原理を説明するための概念図である。図 2 は、被検者 1 4 を介して放射線検出装置 1 2 に複数回放射線を所定期間照射して複数枚（n 枚）の画像データを取得する。図 2 では、得られた画像データのうち、任意の一画素を選択し、選択した画素から得られたデジタル信号（以下、画素値を称する）の時系列を示す。画素値の時系列にばらつきが生じる。このばらつきには、量子ノイズが含まれる。

【 0 0 2 4 】

量子ノイズは、単位時間当たりの放射線量子の量子数（例えば放射線フォトンの数）がばらつくことによって生じる。この放射線量子の量子数のばらつきは、離散的な事象に対

50

する単位時間当たりの生起確率として鑑みると、所与の時間間隔で発生する離散的な事象を数える特定の確率変数を持つ離散確率分布であるポアソン分布に従う。ポアソン分布では、定数 $\lambda > 0$ に対し、自然数を値にとる確率変数が所望の条件を満たすとき、この確率変数はパラメータ λ のポアソン分布に従うという。

【0025】

例えば、単位時間あたりに任意の一画素に照射される放射線量子の量子数の期待値が10個である場合、実際に単位時間あたりに任意の一画素に照射される放射線量子の量子数は、12個、5個、13個、11個・・・といったように、ばらつく。そのような場合、先の例に示したように、あるエネルギーの1個の放射線量子に応じて出力されたデジタル信号の値が30LSBだったとすると、実際の画素値は、360LSB、150LSB、390LSB、330LSB・・・といったように、ばらつく。このような例の場合、取得される画素値の数であるサンプル数を無限に増やすと、画素値の期待値は300LSBであり、ばらつき（以下分散と称する）は9000LSBとなる。

10

【0026】

また、例えば、単位時間あたりに任意の一画素に照射される放射線量子の量子数の期待値が3個で、あるエネルギーの1個の放射線量子に応じて出力されたデジタル信号の値が100LSBだった場合を鑑みる。この場合、サンプル数を無限に増やすと、画素値の期待値は300LSBであり、ばらつき（以下分散と称する）は30000LSBとなる。

【0027】

すなわち、画素値の平均値が同じであっても、エネルギーが大きい放射線量子で形成された画像のほうが、画素値の分散が大きくなる。これを利用して、放射線フォトン等の放射線量子のエネルギーを推定することができる。

20

【0028】

式を用いて放射線量子のエネルギーを推定する方法を説明する。まず、放射線検出装置にT（Tは2以上の自然数）回の放射線照射を行い、放射線検出装置からT枚の画像データが取得されたものとする。ここで、t（tは2以上T以下の自然数）枚目の画像データのある画素の画素値をI（t）とし、当該画素に到達して吸収された放射線量子の量子数の合計をN個、放射線量子のエネルギーをEとすると、以下の式（1）が成り立つ。

$$E \times N = I(t) \cdot \dots \quad (1)$$

【0029】

式（1）より、1枚の画像データの当該画素に到達して吸収された放射線量子の量子数の相加平均を n_{Ave} とすると、以下の式（2）で表される。

$$n_{Ave} = N / T = I(t) / E / T \cdot \dots \quad (2)$$

30

【0030】

また、式（1）より、1枚の画像データの当該画素に到達して吸収された放射線量子の量子数の標本分散を n_{var} とすると、以下の式（3）で表される。

$$n_{var} = [\{ I(t) / E - n_{Ave} \}^2] / T \cdot \dots \quad (3)$$

【0031】

ここで、ポアソン分布では、期待値及び分散がパラメータ λ に等しい。また、サンプル数が大きくなるほど、相加平均は期待値に近づき、標本分散は分散に近づく。そこで、サンプル数を十分大きく（好ましくは無限大）として、放射線量子の量子数の相加平均 n_{Ave} と放射線量子の量子数の標本分散を n_{var} とが等しいものと近似すると、式（2）と式（3）が等しいという仮定により以下の式（4）が導かれる。

40

$$E = \{ I(t)^2 \} / \{ I(t) \} - \{ I(t) \} / T \cdot \dots \quad (4)$$

【0032】

このようにして、任意のt枚目の画像データのある画素の画素値I（t）より、当該画素に到達して吸収された放射線量子のエネルギーEを推定して算出することができる。

【0033】

また、画素値I（t）の相加平均を I_{Ave} とすると、画素値I（t）の相加平均 I_{Ave} は、放射線量子の量子数の相加平均 n_{Ave} を用いて以下の式（5）で表される。

50

$$I_{Ave} = n_{Ave} \times E \cdots (5)$$

【0034】

また、画素値の標本分散を I_{Var} とすると、画素値の標本分散 I_{Var} は放射線量子の量子数の標本分散を n_{Var} より以下の式(6)で表される。

$$I_{Var} = n_{Var} \times E^2 \cdots (6)$$

【0035】

従って、当該画素に到達して吸収された放射線量子のエネルギー E は、以下の式(7)でも表される。

$$E = I_{Var} / I_{Ave} \cdots (7)$$

【0036】

実際には、当該画素に到達して吸収される放射線量子のエネルギーは単一ではない。例えば、一般的な放射線発生装置で管電圧を100kVに設定して放射線を発生させると、100KeV以下の様々なエネルギーの放射線フォトンが生じ得る。このような放射線等の放射線であっても、式(4)が成り立つものと仮定して近似することで、当該画素に到達して吸収される放射線量子のエネルギーの平均値を推定できる。また、放射線量子のエネルギーの平均値と任意のt枚目の画像データのある画素の画素値 $I(t)$ より、式(1)を用いて放射線量子の数を推定できる。ここでは、時間統計処理部20の推定処理を時間統計処理と呼ぶ。

【0037】

<空間統計処理>

ここで、空間統計処理部18における空間統計処理について説明する。空間統計処理部18は、放射線画像における所定領域ごとに平均画素値と分散値とを用いて、放射線量子数や平均エネルギーを推定する。ここでは、平均エネルギーを推定する画素の周囲に所定領域を設定し、放射線エネルギーが一定であると仮定して、放射線量子数や平均エネルギーを推定する。

【0038】

例えば、図3に示すように、空間統計処理部18は、放射線画像40における所定領域42における放射線量子数や平均エネルギーを推定する。所定領域42には、空間統計処理の画素範囲44が10画素×10画素として設定されている。つまり、空間統計処理部18は、画素範囲44において、平均画素値と分散値を算出して、放射線量子数や平均エネルギーを推定する。ここでは、空間統計処理部18の推定処理を空間統計処理と呼ぶ。

【0039】

なお、空間統計処理部18は、所定領域42における空間統計処理の画素範囲44を5画素×5画素、3画素×3画素など任意に設定してもよい。空間統計処理部18は、1画素ごとの放射線量子数や平均エネルギーを推定してもよい。

【0040】

<表示>

次に、表示部24の表示形態について、図4、5を用いて説明する。表示制御部22は、空間統計処理部18における空間統計処理に基づく空間統計画像と時間統計処理部20における時間統計処理に基づく時間統計画像の表示制御を行い、表示部24にこれらの画像を表示させる。

【0041】

図4に示すように、表示部24は、空間統計処理部18における空間統計処理に基づく空間統計画像、時間統計処理部20における時間統計処理に基づく時間統計画像のいずれか一方を、放射線画像と並列に表示する。放射線画像は、放射線検出装置12によって検出された放射線に基づく画像データから生成された画像である。

【0042】

図4(a)は放射線画像である。図4(b)は、空間統計処理に基づく空間統計画像、若しくは時間統計処理に基づく時間統計画像である。ここでは、表示部24は、空間統計画像と時間統計画像のいずれか一方を表示する。なお、表示部24は、放射線画像と同じ

10

20

30

40

50

大きさの空間統計画像、若しくは時間統計画像を表示してもよい。

【0043】

また、図5に示すように、表示部24は、空間統計処理部18によって処理された空間統計処理に基づく空間統計画像、時間統計処理部20によって処理された時間統計処理に基づく時間統計画像のいずれか一方を、放射線に基づく放射線画像に重畳して表示してもよい。

【0044】

このように、操作者は、被検者14の形態情報を含む放射線画像と、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を見比べることができる。よって、操作者は、放射線撮影によって取得された放射線画像において判別しにくい領域について、空間統計画像又は時間統計画像から取得される被検者14の構成物質の情報を付加することができる。

10

【0045】

<シーケンス>

ここで、実施例1の統計処理及び表示に関するシーケンスについて、図6を用いて説明する。図6(a)は、放射線検出装置12から出力される画像データの取得タイミングを示している。図6(b)は、空間統計情報に基づく空間統計画像の取得タイミングを示している。図6(c)は、時間統計情報に基づく時間統計画像の取得タイミングを示している。図6(d)は、表示部24で表示される画像の表示タイミングを示している。

【0046】

図6(b)に示すように、空間統計処理部18における空間統計処理は、1枚の画像データがあれば処理できるため、画像データが出力されると直ちに空間統計処理が行われる。このとき、図6(c)に示すように、時間統計処理部20における時間統計処理は複数の画像データが必要であるため、時間統計処理を行うことができない。

20

【0047】

空間統計処理部18における空間統計処理が終われば、空間統計処理部18は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示制御部22は、表示部24に空間統計処理部18から出力された空間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部24は空間統計画像を表示する。

【0048】

なお、空間統計処理部18における空間統計処理が繰り返し行われた場合、その都度、空間統計処理部18は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示制御部22は、表示部24に空間統計処理部18から出力された最新の空間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部24は、空間統計処理部18から出力された最新の空間統計画像を表示する。

30

【0049】

図6(c)に示すように、時間統計処理部20における時間統計処理が終われば、時間統計処理部20は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。表示制御部22は、表示部24に時間統計処理部20から出力された時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部24は時間統計画像を表示する。

40

【0050】

このとき、図6(d)に示すように、表示部24は、空間統計画像を表示した後に時間統計画像を表示する。ここでは、表示部24に表示されていた空間統計画像は削除され、時間統計画像が表示される。空間統計画像は、画像データにおける所定領域ごとに平均画素値と分散値とを用いて、放射線量子数や平均エネルギーを推定するため、時間統計画像の方が空間統計画像よりも画像分解能がよい。したがって、本実施例では、空間統計画像は時間統計画像に置き換えられて表示部24に表示される。

【0051】

<体動>

被検者14の体動に応じて、空間統計処理部18による空間統計処理と時間統計処理部

50

20による時間統計処理を制御する。外部カメラで被検者14を観察したり、画像データを解析したりすることにより、被検者14の体動情報を取得することができる。具体的には、表示制御部22は、時系列に取得される複数の画像データの差分画像から、差分が大きい場合、被検者14の体動があると判定する。差分が小さい場合、被検者14の体動がないと判定する。表示制御部22は、複数の画像データからの平均画像を作成し、平均画像と複数枚中の各画像データとの移動ベクトルを計算して、体動の有無を判定してもよい。

【0052】

被検者14の体動がある場合、主に空間統計処理部18によって空間統計処理を行う。このとき、時間統計処理部20によって時間統計処理を行わない。特に、呼吸体動の肺がんの観察を行う場合に有効である。被検者14の体動がある場合、時間統計処理が安定しないからである。被検者14の体動がある場合、空間統計処理部18は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示制御部22は、表示部24に空間統計処理部18から出力された空間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部24は空間統計画像を表示する。

10

【0053】

被検者14の体動がない場合、時間統計処理部20によって時間統計処理を行う。特に、肺がんの息止めが長時間可能な場合に有効である。被検者14の体動がない場合、時間統計処理が安定するからである。被検者14の体動がない場合、時間統計処理部20は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。時間統計処理部20は体動がある画像データを除外して時間統計処理を行うことができる。

20

【0054】

表示制御部22は、表示部24に時間統計処理部20から出力された時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部24は時間統計画像を表示する。

【0055】

本実施例によれば、被検者14を透過した放射線を検出して画像データを出力する放射線検出装置と、画像データにおいて所定領域における平均画素値と分散値を取得して放射線量子数や平均エネルギーを算出して空間統計処理を行う空間統計処理部と、複数の画像データにおいて平均画素値と分散値を時系列に取得して放射線量子数や平均エネルギーを算出して時間統計処理を行う時間統計処理部と、空間統計情報に基づく空間統計画像、若しくは時間統計情報に基づく時間統計画像を表示する表示部とを備える。

30

【0056】

よって、放射線撮影システムは、複数種の統計処理に基づく統計画像を表示することができる。つまり、どのような状況であっても適切な統計処理に基づく統計画像を表示することができる

<実施例2>

実施例2の統計処理及び表示に関するシーケンスについて、図7を用いて説明する。実施例1と異なる点は、空間統計処理部18における空間統計処理と時間統計処理部20における時間統計処理を同時に行う点である。

【0057】

図7(a)は、放射線検出装置12から出力される画像データの取得タイミングを示している。図7(b)は、空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像の取得タイミングを示している。図7(c)は、時間統計情報に基づく時間統計画像の取得タイミングを示している。図7(d)は、表示部24で表示される画像の表示タイミングを示している。

40

【0058】

実施例1の図3に示す形態では、空間統計処理部18は、100画素の領域において、平均画素値と分散値を算出して、放射線量子数や平均エネルギーを推定した。本実施例では、空間統計処理部18の空間統計処理と時間統計処理部20と時間統計処理を同時に行なう。具体的には、図3に示す形態である1フレームの画像データにおける100画素よりも小さい領域において空間統計処理部18の空間統計処理と時間統計処理部20と時間

50

統計処理を行う。空間統計処理部 18 と時間統計処理部 20 は、例えば、4 フレームの画像データにおける 25 画素の領域において、平均画素値と分散値を算出して、放射線量子数や平均エネルギーを推定する。そして、空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像を表示制御部 22 に出力する。表示制御部 22 は、表示部 24 に時間統計処理部 20 から出力された空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 24 は空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像を表示する。

【0059】

図 7 (c) に示すように、時間統計処理部 20 における時間統計処理が終われば、時間統計処理部 20 は時間統計画像を出力する。表示制御部 22 は、表示部 24 に時間統計処理部 20 から出力された時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 24 は時間統計画像を表示する。

10

【0060】

このとき、図 7 (d) に示すように、表示部 24 に最初に表示されていた空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像は削除され、時間統計処理に基づく時間統計画像が表示される。空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像は、画像データにおける所定領域ごとに平均画素値と分散値とを用いて、放射線量子数や平均エネルギーを推定するため、時間統計処理に基づく時間統計画像の方が空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像よりも画像分解能がよい。よって、空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像が時間統計画像に置き換えられる。

【0061】

20

よって、放射線撮影システムは、複数種の統計処理に基づく統計画像を表示することができる。空間統計処理と時間統計処理に基づく統計画像は、空間統計処理に基づく空間統計画像よりも画像分解能がよい。操作者は、早いタイミングで被検者 14 の構成物質を正確に判別することができる。

【0062】

< 実施例 3 >

実施例 3 の統計処理及び表示に関するシーケンスについて、図 8 を用いて説明する。実施例 1、2 と異なる点は、時間統計処理部 20 における時間統計処理を繰り返し行う点である。

【0063】

30

図 8 (a) は、放射線検出装置 12 から出力される画像データの取得タイミングを示している。図 8 (b) は、空間統計処理に基づく空間統計画像の取得タイミングを示している。図 8 (c) は、時間統計情報に基づく時間統計画像の取得タイミングを示している。図 8 (d) は、表示部 24 で表示される画像の表示タイミングを示している。

【0064】

図 8 (b) に示すように、空間統計処理部 18 における空間統計処理は、1 枚の画像データがあれば処理できるため、画像データが出力されると直ちに空間統計処理を行う。このとき、図 8 (c) に示すように、時間統計処理部 20 における時間統計処理は複数の画像データが必要であるため、時間統計処理を行うことができない。

【0065】

40

空間統計処理部 18 における空間統計処理が終われば、空間統計処理部 18 は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示制御部 22 は、表示部 24 に空間統計処理部 18 から出力された空間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 24 は空間統計画像を表示する。

【0066】

図 8 (c) に示すように、時間統計処理部 20 における時間統計処理が終われば、時間統計処理部 20 は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。表示制御部 22 は、表示部 24 に時間統計処理部 20 から出力された時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 24 は時間統計画像を表示する。

【0067】

50

このとき、図 8 (d) に示すように、表示部 2 4 に最初に表示されていた空間統計画像は削除され、時間統計画像が表示される。空間統計画像は、画像データにおける所定領域ごとに平均画素値と分散値とを用いて、放射線量子数や平均エネルギーを推定するため、時間統計画像の方が空間統計画像よりも画像分解能がよい。したがって、本実施例では、空間統計画像が時間統計画像に置き換えられる。

【 0 0 6 8 】

時間統計処理部 2 0 における時間統計処理が繰り返し行われた場合、その都度、時間統計処理部 2 0 は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。具体的には、時間統計処理部 2 0 は、最初に出力される時間範囲 A における画像データを用いて時間統計処理を行い、時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。そして、時間統計処理部 2 0 は、次に出力される時間範囲 B における画像データを用いて時間統計処理を行い、時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。なお、時間範囲 A と時間範囲 B は重複した時間範囲であってもよい。

10

【 0 0 6 9 】

表示制御部 2 2 は、表示部 2 4 に時間統計処理部 2 0 から出力された最新の時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 2 4 は、時間統計処理部 2 0 から出力された最新の時間統計画像を表示する。

【 0 0 7 0 】

よって、放射線撮影システムは、最新の時間統計画像を表示することができる。操作者は、被検者 1 4 の構成物質を迅速に判別することができる。

20

【 0 0 7 1 】

< 実施例 4 >

実施例 4 の統計処理及び表示に関するシーケンスについて、図 9 を用いて説明する。実施例 1 ~ 3 と異なる点は、空間統計処理又は時間統計処理に基づく統計画像をカラーで表示し、放射線検出装置 1 2 から出力される画像データに基づく放射線画像を白黒で表示する点である。

【 0 0 7 2 】

図 9 (a) は、放射線検出装置 1 2 から出力される画像データの取得タイミングを示している。図 9 (b) は、空間統計情報に基づく空間統計画像の取得タイミングを示している。図 9 (c) は、時間統計情報に基づく時間統計画像の取得タイミングを示している。図 9 (d) は、表示部 2 4 で表示される統計画像の表示タイミングを示している。図 9 (e) は、表示部 2 4 で表示される放射線画像の表示タイミングを示している。

30

【 0 0 7 3 】

図 9 (a) ~ 図 9 (d) は、図 6 (a) ~ 図 6 (d) と同様であるため、具体的な説明は省略する。

【 0 0 7 4 】

図 9 (e) に示すように、表示部 2 4 は放射線画像を白黒表示する。ここでは、放射線検出装置 1 2 から画像データが出力される度に放射線画像が表示される。表示部 2 4 には、放射線画像がまず表示される。

【 0 0 7 5 】

40

次に、図 9 (b) に示すように、空間統計処理部 1 8 における空間統計処理が終われば、空間統計処理部 1 8 は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示制御部 2 2 は、表示部 2 4 に空間統計処理部 1 8 から出力された空間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 2 4 は空間統計画像をカラー表示する。このとき、表示部 2 4 は、カラーの空間統計画像と白黒の放射線画像を同時に表示する。そして、放射線検出装置 1 2 から画像データの出力が止まると、表示部 2 4 は最後の放射線画像を表示して、放射線画像を更新せず、ラストイメージホールドする。

【 0 0 7 6 】

そして、図 9 (c) に示すように、時間統計処理部 2 0 における時間統計処理が終われば、時間統計処理部 2 0 は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。表示制御部 2

50

2 は、表示部 2 4 に時間統計処理部 2 0 から出力された時間統計画像を表示するように制御する。そして、表示部 2 4 は時間統計画像をカラー表示する。このとき、表示部 2 4 は、カラーの時間統計画像と白黒の放射線画像を同時に表示する。

【0077】

よって、放射線撮影システムは、カラーの時間統計画像と白黒の放射線画像を同時に表示することができる。操作者は、被検者 1 4 の形態情報と構成物質を観察することができる。

【0078】

< 実施例 5 >

実施例 5 について、図 1 0 ~ 1 3 を用いて説明する。実施例 1 ~ 4 と異なる点は、表示部 2 4 に表示させる画像の表示形態を制御する点である。

10

【0079】

図 1 0 は、表示部 2 4 の表示形態を設定する設定画面 5 0 (設定手段) である。表示形態では、重畳と並列のいずれかを選択することができる。表示対象の項目では、空間統計画像、時間統計画像、放射線画像を選択することができる。例えば、図 1 0 では、表示形態として重畳が選択され、表示対象として時間統計画像と放射線画像が選択されている。操作者は実行ボタン 5 2 を押すことにより、当該選択が有効となる。操作者は Cancel ボタン 5 4 を押すことにより、当該選択が無効となる。よって、表示部 2 4 は、図 5 に示すように、時間統計画像と放射線画像を重畳して表示する。

【0080】

20

なお、図示しないが、表示形態として並列が選択され、表示対象として空間統計画像と放射線画像が選択された場合、表示部 2 4 は、図 4 に示すように、空間統計画像と放射線画像を並列に表示する。

【0081】

図 1 1 は、表示部 2 4 に表示される統計画像の設定を行う設定画面 6 0 (設定手段) である。時間統計処理に必要な画像データの統計枚数と、時間統計処理の繰り返し周期が表示部 2 4 に表示される。そして、時間統計処理部 2 0 は、時間統計処理に必要な画像データの統計枚数と繰り返し周期を設定する。つまり、操作者は統計枚数と繰り返し周期を設定することができる。

【0082】

30

操作者は実行ボタン 6 2 を押すことにより、当該設定が有効となる。操作者は Cancel ボタン 6 4 を押すことにより、当該設定が無効となる。時間統計処理に必要な画像データの枚数として、例えば、1 0 ~ 2 0 0 までの範囲で設定することができる。時間統計処理の繰り返し周期として、例えば、2 ~ 1 0 0 までの範囲で設定することができる。ここでは、統計枚数が 1 0 0、繰り返し周期が 5 と設定されている。つまり、表示部 2 4 は、1 0 0 枚の画像データを用いて時間統計処理された時間統計画像を表示する。そして、表示部 2 4 は、この時間統計画像を 5 回更新して表示する。このように、表示部 2 4 に表示させる画像の種類と、統計処理を行う際の画像データの枚数と、統計処理の繰り返し周期を設定することができる。

【0083】

40

図 1 2 は、表示部 2 4 の表示形態を設定する設定画面 5 0 (設定手段) である。図 1 2 では、表示形態として並列が選択され、表示対象として空間統計画像と時間統計画像と放射線画像が選択されている。ここでは、表示部 2 4 は放射線画像を白黒表示する。空間統計処理部 1 8 における空間統計処理が終われば、空間統計処理部 1 8 は空間統計処理に基づく空間統計画像を出力する。表示部 2 4 は空間統計画像を表示する。そして、時間統計処理部 2 0 における時間統計処理が終われば、時間統計処理部 2 0 は時間統計処理に基づく時間統計画像を出力する。表示部 2 4 は時間統計画像を表示する。このように、表示部 2 4 は、空間統計画像と時間統計画像と放射線画像を表示する。

【0084】

図 1 3 は、空間 + 時間統計画像を設定する設定画面 7 0 (設定手段) である。空間統計

50

処理の画素範囲と時間統計処理の統計枚数が表示部 2 4 に表示される。空間統計処理部 1 8 は、空間統計処理に必要な画像データの画素範囲を設定する。時間統計処理部 2 0 は、時間統計処理に必要な画像データの統計枚数を設定する。つまり、操作者は、空間統計処理の画素範囲と時間統計処理の統計枚数を設定することができる。操作者は実行ボタン 7 2 を押すことにより、当該設定が有効となる。操作者は Cancel ボタン 7 4 を押すことにより、当該設定が無効となる。例えば、空間統計処理の画素範囲を $1 \times 1 \sim 10 \times 10$ まで設定することができる。

【 0 0 8 5 】

また、空間統計処理の画素範囲と時間統計処理の統計枚数のいずれか一方を設定すれば、表示制御部 2 2 は、合計で所定画素（例えば、100 画素）になるように、他方を自動で設定することもできる。具体的には、表示制御部 2 2 は、空間統計処理の画素範囲を 10×10 を設定すれば、時間統計処理の統計枚数が 1 と設定される。空間統計処理の画素範囲を 5×5 を設定すれば、時間統計処理の統計枚数が 4 と設定される。空間統計処理の画素範囲を 2×2 を設定すれば、時間統計処理の統計枚数が 25 と設定される。

10

【 0 0 8 6 】

よって、放射線撮影システムは、表示部 2 4 に表示させる画像の表示形態を制御することができる。操作者は、所望の画像を観察することができる。

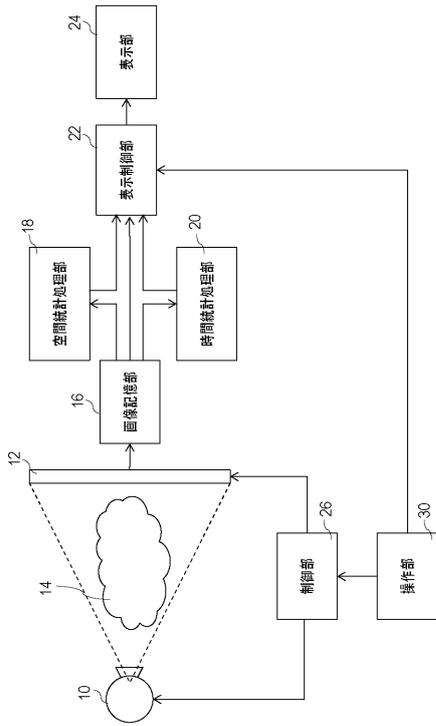
【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

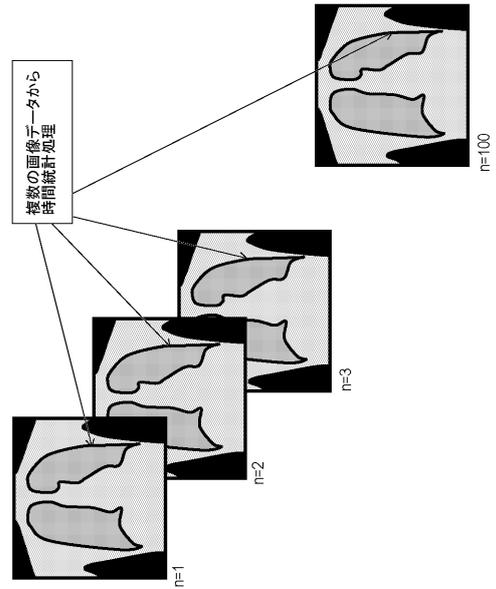
- 1 0 放射線発生部
- 1 2 放射線検出装置
- 1 4 被検者
- 1 6 画像記憶部
- 1 8 空間統計処理部
- 2 0 時間統計処理部
- 2 2 表示制御部
- 2 4 表示部
- 2 6 制御部
- 3 0 操作部

20

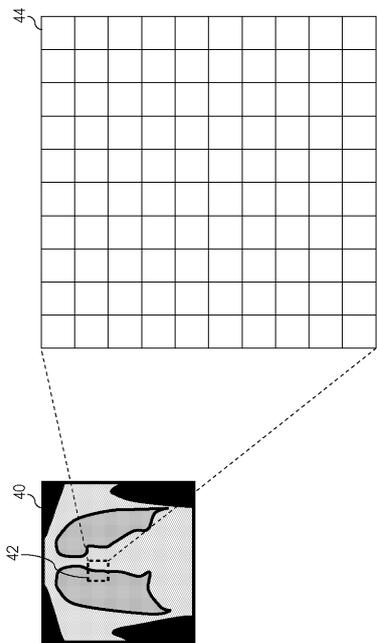
【 図 1 】



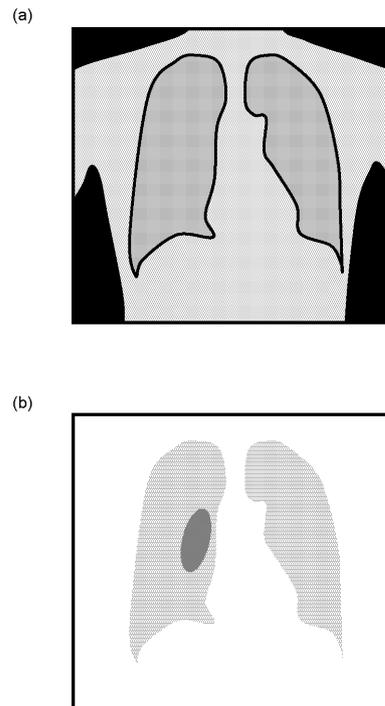
【 図 2 】



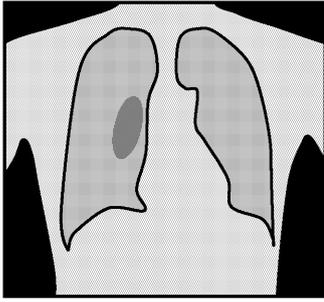
【 図 3 】



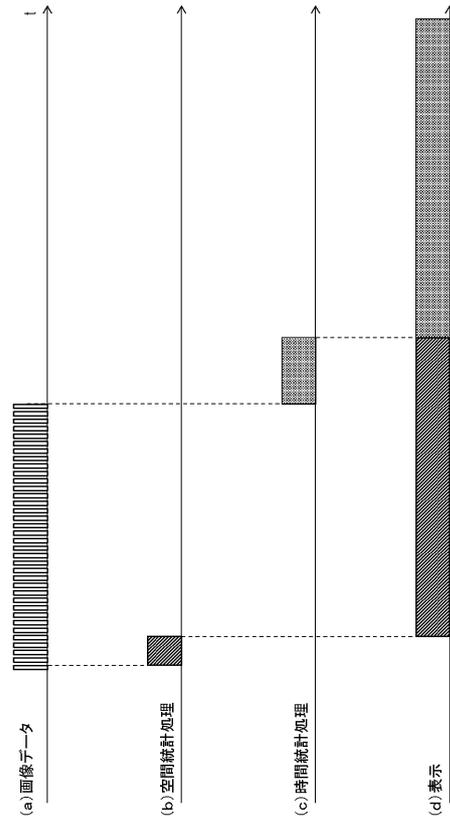
【 図 4 】



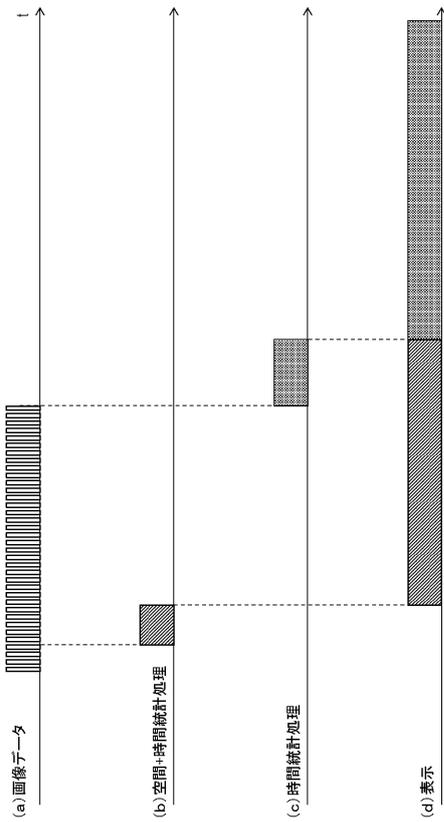
【 図 5 】



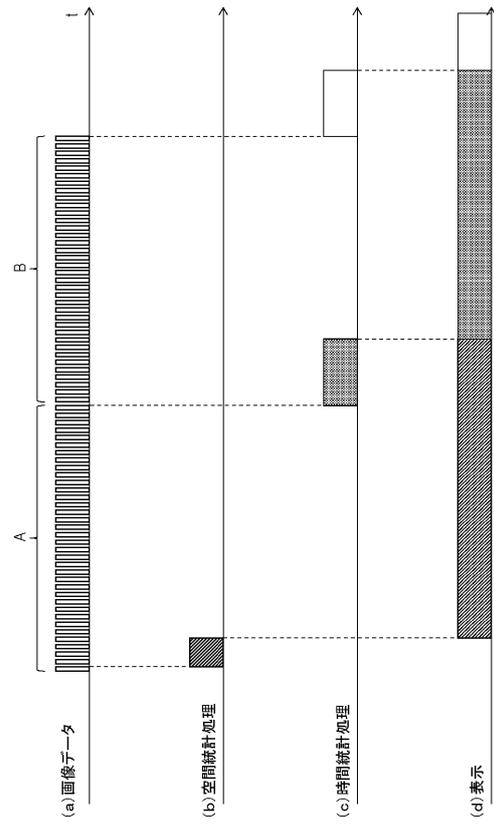
【 図 6 】



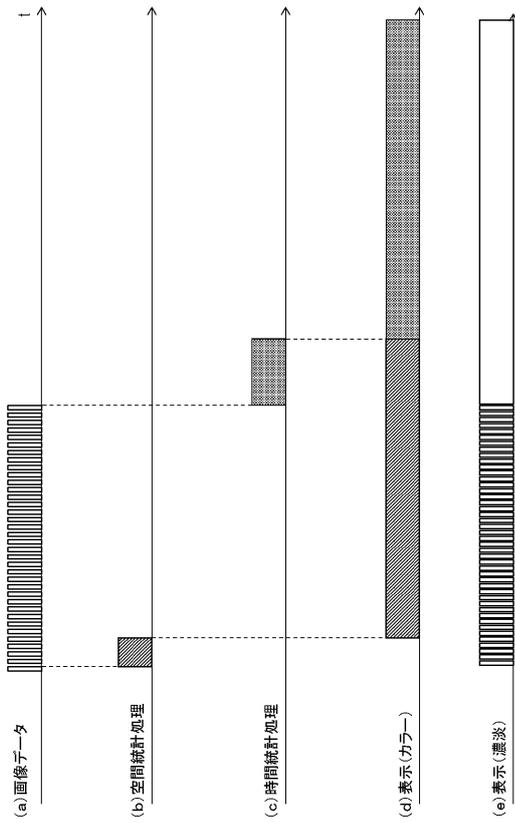
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

表示形態		表示対象	
<input checked="" type="checkbox"/>	重量	<input type="checkbox"/>	空間統計画像
<input type="checkbox"/>	並列	<input checked="" type="checkbox"/>	時間統計画像
		<input checked="" type="checkbox"/>	放射線画像

実行 (52) Cancel (54)

【 図 1 1 】

表示画像	統計枚数	繰り返し周期
<input type="checkbox"/> 空間統計画像		
<input checked="" type="checkbox"/> 時間統計画像	100 ▼	5 ▼
<input checked="" type="checkbox"/> 放射線画像		

実行 (62) Cancel (64)

【 図 1 2 】

表示形態		表示対象	
<input type="checkbox"/>	重量	<input checked="" type="checkbox"/>	空間統計画像
<input checked="" type="checkbox"/>	並列	<input checked="" type="checkbox"/>	時間統計画像
		<input checked="" type="checkbox"/>	放射線画像

実行 (52) Cancel (54)

【 図 1 3 】

