

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635185号
(P7635185)

(45)発行日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(24)登録日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 6 T	5/50 (2006.01)	G 0 6 T	5/50
A 6 1 B	6/03 (2006.01)	A 6 1 B	6/03 5 6 0 B
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	A 6 1 B	6/03 5 7 0 E
G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	1/00 2 9 0
G 0 6 T	7/60 (2017.01)	G 0 6 T	7/00 6 1 2
請求項の数 22 (全41頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-141407(P2022-141407)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和4年9月6日(2022.9.6)		キヤノン株式会社
(62)分割の表示	特願2018-34984(P2018-34984)の 分割		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
原出願日	平成30年2月28日(2018.2.28)	(74)代理人	100126240
(65)公開番号	特開2022-173245(P2022-173245 A)	(74)代理人	弁理士 阿部 琢磨
(43)公開日	令和4年11月18日(2022.11.18)	(74)代理人	100223941
審査請求日	令和4年10月3日(2022.10.3)	(74)代理人	弁理士 高橋 佳子
		(74)代理人	100159695
		(74)代理人	弁理士 中辻 七朗
		(74)代理人	100172476
		(74)代理人	弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974
		(74)代理人	弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	田中 亨
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像診断システム、画像処理方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された2つの画像に基づいて生成される差分画像に含まれる前記画素サイズの差異に基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理装置であって、

所定の時刻に撮像された第1の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第2の画像とを取得する画像取得手段と、

前記第1の画像と前記第2の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得手段と、

前記第1の画像と前記第2の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第1の画像と前記第2の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化手段と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定手段と、

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得手段と、

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定手段と、

前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数の位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を

取得する差分取得手段と、

前記差分値に基づいて前記差分画像を生成する差分画像生成手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された 2 つの画像間の離散化位置のずれに基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理装置であって、

所定の時刻に撮像された第 1 の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第 2 の画像とを取得する画像取得手段と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得手段と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化手段と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定手段と、

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得手段と、

前記注目位置の濃度値と、少なくとも前記平滑化画像上の複数位置の周辺の濃度値を補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得手段と、

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像は 3 次元画像を含む請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記決定手段は、前記比較領域のサイズを、前記一方の画像の画素サイズに基かないように決定する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記差分値に基づいて差分画像を生成する差分画像生成手段、をさらに備える請求項 2 に記載に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像は体を撮影した画像であって、前記所定軸方向は体軸方向であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記決定手段は、前記他方の画像の画素サイズに所定の係数を乗算することで前記比較領域のサイズを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 にいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記所定の係数は 0 . 5 であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記決定手段は、前記他方の画像の画素サイズの前記一方の画像の画素サイズに対する比が閾値より大きい場合に、前記所定軸方向における前記比較領域のサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定し、

前記比が閾値以下である場合に、前記所定軸方向における前記比較領域のサイズを前記他方の画像の画素サイズおよび前記一方の画像の画素サイズに基づいて決定することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記所定軸方向とは異なる軸方向において、前記決定手段は、前記比較領域のサイズを所定値に決定することを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記所定軸方向とは異なる軸方向において、前記決定手段は、前記注目位置の濃度値と前記対応位置の濃度値とで濃度値の比較を行うことを決定する請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像の夫々は n 次元の画像であって、

前記設定手段は、前記 n 次元の軸方向のうち少なくとも 1 つの方向において、前記比較領域が前記他方の画像上の前記対応位置から前記他方の画像の画素サイズ分離れた位置を超えないように前記比較領域を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 1 3】

前記設定手段は、前記他方の画像上の前記対応位置を中心に前記サイズを有する前記比較領域を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 4】

前記閾値は 1 . 5 であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と、前記第 1 の画像の画像および前記第 2 の画像とを撮像する撮像装置と、を有する画像診断システム。

【請求項 1 6】

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像を保持するデータサーバをさらに有する請求項 1 5 に記載の画像診断システム。

20

【請求項 1 7】

請求項 1 または 5 に記載の画像処理装置と、前記差分画像を表示するモニタと、を有する画像診断システム。

【請求項 1 8】

共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された 2 つの画像に基づいて生成される差分画像に含まれる前記画素サイズの差異に基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理方法であって、

所定の時刻に撮像された第 1 の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第 2 の画像とを取得する画像取得工程と、

30

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得工程と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化工程と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定工程と、

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得工程と、

40

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定工程と、

前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得工程と、

前記差分値に基づいて前記差分画像を生成する差分画像生成工程と、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 9】

共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された 2 つの画像間の離散化位置のずれに基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理方法であって、

50

所定の時刻に撮像された第 1 の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第 2 の画像とを取得する画像取得工程と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得工程と、

前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化工程と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定工程と、

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得工程と、

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定工程と、

前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得工程と、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 20】

前記差分値に基づいて差分画像を生成する差分画像生成工程を、さらに有する請求項 19 に記載の画像処理方法。

【請求項 21】

前記注目位置の濃度値を補間した第 1 の補間値と、前記比較領域内の複数位置の濃度値を補間した第 2 の補間値との差分値を取得する比較工程をさらに有する請求項 18 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 22】

請求項 19 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法の各工程をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書の開示は、画像処理装置、画像診断システム、画像処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

医療の分野において、異なる時刻に撮影された 2 つの画像の位置合わせを行い、その画像間の差異を可視化した差分画像を表示することにより、画像間の対比を支援する画像差分技術が知られている。しかしながら、位置合わせの誤差や、画像間における同一部位の濃度値の差異に起因して、差分画像上にノイズが発生するという課題がある。このような課題に対する解決策として、非特許文献 1 では、第 1 の画像上の注目画素と対応する第 2 の画像上の画素およびその近傍の画素との差分を夫々求め、それらの差分のうち最小値を差分画像の濃度値とする技術（ボクセルマッチング法）を開示している。これによると、対応する画素の近傍から注目画素と最も値の近い画素を選択してそれとの差分値を採用するため、差分画像上のノイズを低減することができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】Yoshinori Itai, Hyounghseop Kim, Seiji Ishikawa, Shigehiko Katsuragawa, Kunio Doi, “Development of a voxel-matching technique for substantial reduction of subtraction

10

20

30

40

50

artifacts in temporal subtraction images obtained from thoracic MDCT." Journal of digital imaging, vol. 23, No. 1, pp. 31 - 38, 2010.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、非特許文献1では、ボクセルマッチング法において第1の画像上の注目画素の濃度値と対応する第2の画像上の画素およびその近傍の画素の濃度値とを比較する比較領域の範囲をユーザが任意で決定する。そのため、ノイズを十分に低減できない場合や、反対に、必要な信号まで削除してしまう場合が生じてしまっていた。すなわち比較領域のサイズを適切に決定できないという課題があった。

10

【0005】

なお、前記課題に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本開示の他の課題の1つとして位置付けることができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本明細書に開示の画像処理装置は、共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された2つの画像に基づいて生成される差分画像に含まれる前記画素サイズの差異に基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理装置であって、所定の時刻に撮像された第1の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第2の画像とを取得する画像取得手段と、前記第1の画像と前記第2の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得手段と、前記第1の画像と前記第2の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第1の画像と前記第2の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化手段と、前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定手段と、前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得手段と、前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定手段と、前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得手段と、前記差分値に基づいて前記差分画像を生成する差分画像生成手段と、を有する。

20

30

また、本明細書に開示の画像処理装置は、共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された2つの画像間の離散化位置のずれに基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理装置であって、

所定の時刻に撮像された第1の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第2の画像とを取得する画像取得手段と、

前記第1の画像と前記第2の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得手段と、

40

前記第1の画像と前記第2の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第1の画像と前記第2の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化手段と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定手段と、

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得手段と、

前記注目位置の濃度値と、少なくとも前記平滑化画像上の複数位置の周辺の濃度値を補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得手段と、

50

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定手段と、
を有する。

また、本明細書に開示の画像処理方法は、共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された２つの画像に基づいて生成される差分画像に含まれる前記画素サイズの差異に基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理方法であって、所定の時刻に撮像された第１の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第２の画像とを取得する画像取得工程と、前記第１の画像と前記第２の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得工程と、前記第１の画像と前記第２の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第１の画像と前記第２の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づくカーネルサイズを用いて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化工程と、前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定工程と、前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得工程と、前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定工程と、前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得工程と、前記差分値に基づいて前記差分画像を生成する差分画像生成工程と、を有する。

10

また、本明細書に開示の画像処理方法は、共通の被検体に対して異なる画素サイズで撮像された２つの画像間の離散化位置のずれに基づくノイズを低減する画像処理を行う画像処理方法であって、

20

所定の時刻に撮像された第１の画像と前記所定の時刻とは異なる時刻に撮像された第２の画像とを取得する画像取得工程と、

前記第１の画像と前記第２の画像における所定軸方向の画素サイズをそれぞれ取得する画素サイズ取得工程と、

前記第１の画像と前記第２の画像のうち画素サイズが小さい一方の画像を、前記第１の画像と前記第２の画像のうち他方の画像の画素サイズに基づいて平滑化し平滑化画像を生成する平滑化工程と、

前記他方の画像上の注目位置と濃度値が比較される前記平滑化画像上の複数の位置を含む比較領域に対して、前記比較領域の前記所定軸方向におけるサイズを、前記他方の画像の画素サイズに基づいて決定する決定工程と、

30

前記他方の画像上の前記注目位置と、前記注目位置に対応する前記平滑化画像上の対応位置と、を取得する位置取得工程と、

前記対応位置を基準に前記比較領域の位置を設定する設定工程と、

前記注目位置の濃度値と、前記平滑化画像上の複数位置の濃度値とを、最近傍補間、線形補間、キュービック補間、の少なくともいずれかにより補間した補間値と、の差分値を取得する差分取得工程と、

を有する。

【発明の効果】

【０００７】

40

本明細書の開示によれば、適切な比較領域のサイズを決定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】第１実施形態に係る画像処理装置の機器構成の一例を示す図。

【図２】第１実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図３】（ａ）第１実施形態における離散化位置のずれの例を示す図。（ｂ）第１実施形態における離散化位置のずれの例を示す図。（ｃ）第１実施形態における離散化位置のずれの例を示す図。

【図４】第１実施形態における比較領域の設定方法の一例を説明する図。

【図５】第２実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

50

【図 6】第 3 実施形態に係る画像処理装置の機器構成の一例を示す図。

【図 7】第 3 実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 8】第 4 実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 9】第 5 実施形態に係る画像処理装置の機器構成の一例を示す図。

【図 10】第 5 実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 11】第 6 実施形態に係る画像処理装置の機器構成の一例を示す図。

【図 12】第 6 実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 13】第 7 実施形態に係る画像処理装置の機器構成の一例を示す図。

【図 14】第 7 実施形態における全体の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 15】第 7 実施形態における離散化位置のずれの例を示す図。

10

【図 16】第 8 実施形態における画像処理装置の処理手順の一例を示すフロー図。

【図 17】第 8 実施形態における比較領域の設定方法の一例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面に従って本明細書の開示に係る画像処理装置の好ましい実施形態について詳説する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されるものではない。

【実施例】

【0010】

< 第 1 実施形態 >

本実施形態に係る画像処理装置は、複数の 3 次元画像（第 1 の画像と第 2 の画像）間の 3 次元差分画像を生成する装置である。本実施形態の画像処理装置は、画像間の細部の差分を算出するために、第 1 の画像と第 2 の画像の夫々を画素サイズ（ボクセルサイズ）が元の画像と異なるように解像度を変換した第 1 の変換画像と第 2 の変換画像を取得する。そして、第 1 の変換画像上の注目位置と対応する第 2 の変換画像上の対応位置を取得し、対応位置を中心に比較領域を第 2 の変換画像上に設定する。このとき、比較する画像間で離散化位置のずれによって元の撮像信号が最も反映される画素の位置が最大で半画素サイズ分ずれることを利用して、比較領域のサイズを、解像度を変換する前の第 1 の画像と第 2 の画像の夫々の画素サイズに基づいて決定する。そして、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変換画像上の対応位置の周辺に設定した比較領域内の複数の画素の濃度値とに基づいて、注目位置の差分を算出し、その値を 3 次元差分画像上の注目位置の濃度値とした 3 次元差分画像を生成する。これにより、必要最低限のサイズの比較領域から差分値を算出することで、ユーザは、経時的な変化による差分のような診断に必要な信号を極力消さずに、離散化位置のずれによるノイズが低減された 3 次元差分画像を観察できる。以下、図 1 から図 4 を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

20

【0011】

図 1 は、本実施形態に係る画像診断システムの構成を示す。同図に示すように、本実施形態における画像処理装置 100 は、データサーバ 110 および表示部 120 と接続されている。当該画像診断システムはモダリティ（撮像装置）を含んでいてもよく、モダリティで撮像された画像がデータサーバを介さずに画像処理装置へ送信されてもよい。この場合、データサーバはシステムに含まれていなくてもよい。

40

【0012】

データサーバ 110 は、差分画像を生成する対象としてユーザが指定した、第 1 の画像と第 2 の画像を保持している。第 1 の画像および第 2 の画像は、同一のモダリティで異なる条件（日時、造影条件、撮像パラメータ等）下において、被検体を予め撮像して得られた 3 次元断層画像（ボリュームデータ）である。3 次元断層画像を撮像するモダリティは、MRI 装置、X 線 CT 装置、3 次元超音波撮影装置、光音響トモグラフィ装置、PET / SPECT、OCT 装置などであってもよい。また、第 1 の画像および第 2 の画像は、経過観察のために同一患者を同一モダリティ、同一体位で異なる日時に撮像した画像であってもよいし、同一患者を異なる造影条件や異なる撮像パラメータで撮像した画像であってもよい。また、異なる患者を撮像した画像でもよいし、患者の画像と標準画像でもよい

50

。第1の画像および第2の画像は、データ取得部1010を介して画像処理装置100に入力される。

【0013】

表示部120は、画像処理装置100が生成する画像を表示するモニタである。具体的には、表示部120は、算出された差分値を濃度値として生成された差分画像を表示するモニタである。

【0014】

画像処理装置100は、以下の構成要素により構成される。データ取得部1010は、画像処理装置100に入力される第1の画像と第2の画像を取得する。変換画像取得部1020は、第1の画像と第2の画像夫々の解像度を変換した第1の変換画像と第2の変換画像を取得する。変形情報取得部1030は、第1の変換画像と第2の変換画像の画像上の位置の対応関係を表す変形情報を取得する。比較領域サイズ決定部1040は、第1の画像と第2の画像の夫々の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。位置取得部1050は、第1の変換画像上の注目位置を取得し、変形情報取得部1030で取得した変形情報を用いて、第1の変換画像上の注目位置と対応する第2の変換画像上の対応位置を取得する。比較領域設定部1060は、第2の変換画像上の対応位置の周囲に比較領域のサイズからなる比較領域を設定する。組み合わせ決定部1070は、第1の変換画像上の注目位置の濃度値と、第2の変換画像上の比較領域内の複数位置の濃度値との組み合わせを、比較処理（差分の算出）の対象として決定する。差分算出部1080は、組み合わせ決定部1070が決定した濃度値の組み合わせ、すなわち、第1の変換画像上の注目画素の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の複数の画素の濃度値とに基づいて、注目位置の差分値を算出する。差分画像生成部1090は、算出した差分値を注目位置の濃度値とした差分画像を生成する。表示制御部1100は、第1の画像および第2の画像、差分画像を並べて表示部120に表示させる表示制御を行う。

【0015】

図2は、画像処理装置100が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。

【0016】

（S2000）（データの取得）

ステップS2000において、データ取得部1010は、画像処理装置100に入力される第1の画像と第2の画像を取得する。そして、取得した第1の画像と第2の画像を、変換画像取得部1020へと出力する。また、データ取得部1010は、第1の画像と第2の画像の画素サイズに関する情報を、比較領域サイズ決定部1040へと出力する。

【0017】

（S2010）（変換画像の取得）

ステップS2010において、変換画像取得部1020は、第1の画像を画素サイズが異なるように解像度を変換した第1の変換画像、および、第2の画像を、画素サイズが異なるように解像度を変換した第2の変換画像を取得する。例えば、元の画像の画素サイズが非等方な場合に、後の処理で行う画像間の位置合わせを高精度に実施できるように、画素サイズを等方化した画像を取得する。例えば、第1の画像と第2の画像が一般的なCT画像の場合には、スライス間の距離に対してスライス面内の解像度が高いため、スライス面内の解像度に合わせてスライス間方向の画素をアップサンプリングする処理を行う。同様に、第1の画像と第2の画像の画素サイズが一致していない場合には、少なくとも一方の画像の解像度を変換して、夫々の画像の画素サイズを揃える処理を行う。通常は、解像度が高いほうの画像に解像度を揃えるように変換する。そして、生成した変換画像を、変形情報取得部1030および位置取得部1050、比較領域設定部1060、組み合わせ決定部1070、差分算出部1080へと出力する。

【0018】

なお、解像度変換処理が必要ない場合（例えば、第1の画像と第2の画像の画素サイズが等方かつ等しい場合）には、本ステップの処理は実施せずに、元の画像を変換画像とみなして以降の処理を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

なお、本実施形態において、解像度変換時の濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることができる。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。

【 0 0 2 0 】

(S 2 0 2 0) (変形情報の取得)

ステップ S 2 0 2 0 において、変形情報取得部 1 0 3 0 は、第 1 の変換画像と第 2 の変換画像間で同一部位を表す画素が略一致するように変形情報を取得する。すなわち、第 1 の変換画像と第 2 の変換画像との間の位置合わせ処理 (変形推定処理) を行う。そして、取得した変形情報を位置取得部 1 0 5 0 へと出力する。すなわち、変形情報取得部 1 0 3 0 は、第 1 の変換画像を参照画像としたときに参照画像と第 2 の変換画像との間の変形情報を取得する。

10

【 0 0 2 1 】

本実施形態において、変形情報は公知の画像処理手法により求める。例えば、変形後の画像間の画像類似度が高くなるように、一方の画像を変形させることにより求める。画像類似度としては、一般的に用いられている Sum of Squared Difference (SSD) や相互情報量、相互相関係数などの公知の方法を用いることができる。また、画像の変形のモデルとしては、Thin Plate Spline (TPS) などの放射基底関数に基づく変形モデルや、Free Form Deformation (FFD) 、Large Deformation Diffeomorphic Metric Mapping (LDDMM) 等の公知の変形モデルを利用できる。なお、第 1 の画像と第 2 の画像の間に位置と姿勢の差異しか存在しない (そのように近似できる) 場合には、画像間の剛体位置合わせを行い、位置と姿勢の変換パラメータを変形情報として取得するようにしてもよい。また、画像間のアフィン変換パラメータを変形情報として取得するようにしてもよい。また、画像間の位置ずれがない (そのように近似できる) 場合には、本ステップの処理は不要となる。

20

【 0 0 2 2 】

(S 2 0 3 0) (比較領域サイズの決定)

ステップ S 2 0 3 0 において、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズに基づいて、差分値の算出に用いる比較領域のサイズを決定する。そして、決定した比較領域のサイズを比較領域設定部 1 0 6 0 へと出力する。

30

【 0 0 2 3 】

本実施形態において、比較領域のサイズの決定には、第 1 の画像と第 2 の画像間で画像生成時における離散化位置のずれによって、第 1 の変換画像と第 2 の変換画像間の被検体の元の撮像信号が最も反映される画素の位置が最大で夫々の元の画像の半画素サイズの和だけずれるという性質を利用する。すなわち、第 1 の画像と第 2 の画像夫々の半画素サイズの和を、比較領域のサイズとして決定する。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、画像間での離散化位置のずれによって、被検体の同一部位の観測値にずれが発生する様子を説明する図である。図 3 (a) において、グラフ 3 0 0 0 と 3 0 4 0 は、夫々モダリティに対する被検体の撮像位置が逆方向にずれた場合の撮像信号の現れ方を表しており、縦軸が被検体をモダリティで撮像した時の信号値、横軸が x 軸方向の位置を表している。3 0 2 0 および 3 0 6 0 は、同一の被検体を撮像して取得した信号であり、点線で示す 3 0 1 0 と 3 0 5 0 は x 軸上で同じ位置を示している。ここでは、3 0 1 0 と 3 0 5 0 は、同じ位置で撮像した場合の信号であり、その位置をここでは便宜的に基準位置と呼ぶ。図 3 (a) は、同一の被検体から取得した信号 3 0 2 0 と 3 0 6 0 から画像を生成する際に、夫々の離散化位置が基準位置に対して異なる方向にずれていることを表している。また、図 3 (a) の等間隔で配置された線 3 0 3 0 は離散化の境界位置であり、画像を生成する際に、3 0 2 0 および 3 0 6 0 で示す信号が線で区切られた領域でまとめられ、一つの画素を生成する。

40

50

【 0 0 2 5 】

図 3 (b) において、グラフ 3 0 7 0 は、図 3 (a) の信号 3 0 2 0 を離散化して生成した画素の情報を、縦軸を濃度値、横軸を x 軸方向の位置として表している。例えば、図 3 (b) における画素 3 0 8 0 は、信号 3 0 2 0 を多く含む領域から生成された画素であり、濃度値が大きいことを表している。同様に、図 3 (b) において、グラフ 3 0 9 0 は、信号 3 0 6 0 を離散化して生成した画素の情報を、縦軸を濃度値、横軸を x 軸方向の位置として表している。このとき、上述の通り、信号 3 0 2 0 と 3 0 6 0 の離散化位置が互いに異なる方向にずれているため、グラフ 3 0 7 0 と 3 0 9 0 の間で、同じ位置の濃度値が異なっている。

【 0 0 2 6 】

図 3 (c) において、グラフ 3 1 0 0 と 3 1 2 0 は、図 3 (b) のグラフ 3 0 7 0 とグラフ 3 0 9 0 で表した画素を解像度変換した画素の濃度値と位置を夫々表している。すなわち、グラフ 3 0 7 0 と 3 0 9 0 を第 1 の画像と第 2 の画像、グラフ 3 1 0 0 と 3 1 2 0 を第 1 の変換画像と第 2 の変換画像の信号値のグラフとみなすことができる。このとき、画素 3 1 1 0 および 3 1 3 0 は夫々、被検体の信号 3 0 2 0 および 3 0 6 0 を最も反映している画素である。信号 3 0 2 0 と 3 0 6 0 とが反対方向にずれた場合、基準位置 3 0 1 0 と 3 0 5 0 に対する信号の離散化位置のずれは、最大で元の画像の半画素サイズである。そして、信号 3 0 2 0 と 3 0 6 0 が反対方向に夫々半画素サイズずれた場合、画素 3 1 1 0 と 3 1 3 0 間のずれは夫々の半画素サイズの和となる。

【 0 0 2 7 】

なお、図 3 では、図示を簡単化するために x 軸方向のみの 1 次元のグラフを用いたが、実際の 3 次元画像においては、x、y、z 軸方向夫々で離散化位置がずれる場合があるため、夫々の軸方向の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。なお、一般的な CT 画像ではスライス内の解像度 (= x、y 方向の画素サイズ) は十分である場合が多いため、x、y 方向についてはノイズ低減を行わない構成であってもよい。この場合は、x、y 軸方向の比較領域のサイズを 0 に設定し、z 軸方向の比較領域のサイズのみを上記の方法で決定すればよい。また、x、y 軸方向の比較領域のサイズを所定の固定値 (例えば、1 mm) に設定し、z 軸方向の比較領域のサイズのみを上記の方法で決定するようにしてもよい。これによると、計算を高速化できる。

【 0 0 2 8 】

本実施形態において、比較領域のサイズは、第 1 の画像と第 2 の画像の夫々の半画素サイズの和としたが、第 1 の画像と第 2 の画像の夫々の画素サイズの和に所定の定数 (例えば、離散化位置のずれの期待値) を乗じてよいし、所定の定数を加算してもよい。また、第 1 の画像と第 2 の画像の位置合わせ手法に基づいて上記所定の定数を変更してもよい。例えば、画像間の濃度値の差が小さくなるように位置合わせを行ったとき、離散化位置のずれによる画素の位置ずれが補正され、画像間で同じ部位を表す画素の位置が近づく場合がある。そのため、上記所定の定数を小さくし、離散化位置のずれの最大値よりも小さな値を比較領域のサイズとしてもよい。これにより、比較領域のサイズが小さくなり、余分な範囲の探索を行わないことから、処理速度や精度を向上させることができる。また、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズを入力変数とした所定の非線形関数で写像した値を比較領域のサイズとして用いてもよい。また、第 1 の画像と第 2 の画像の一方の画像の画素サイズのみに基づいて、比較領域のサイズを決定してもよい。例えば、基準画像である第 1 の画像の画素サイズのみに基づいて比較領域のサイズを決定するようにしてもよい。あるいは、第 1 の画像と第 2 の画像とで画素サイズが大きい方の画像の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定してもよい。この場合も、使用する画素サイズに所定の定数を乗じた値を、比較領域のサイズとして用いることができる。

【 0 0 2 9 】

また、濃度値の差ではなく、画像間に対応する位置 (特徴点) の距離を小さくする位置合わせ手法においては、必ずしも離散化位置のずれによる画素の位置ずれが小さくなるとは限らない。一般的に、位置合わせに利用する画像間の特徴点付近では位置合わせの精度

10

20

30

40

50

が高く、特徴点から離れるほど位置合わせの精度が低い。位置合わせ精度が低い場合、離散化位置のずれに位置合わせ誤差が加わることにより画像間の画素の位置ずれが大きくなる場合がある。このような場合、特徴点との画像上の距離に応じて、画像上の位置ごとに上記所定の定数を変更してもよい。例えば、画像上の特徴点付近の位置では上記所定の定数を小さくし、特徴点から離れた位置では上記所定の定数を大きくしてもよい。

【 0 0 3 0 】

(S 2 0 4 0) (位置の取得)

ステップ S 2 0 4 0 において、位置取得部 1 0 5 0 は、第 1 の変換画像上の注目位置 (参照画像上の注目位置) を取得し、ステップ S 2 0 2 0 で取得した変形情報を利用して注目位置と対応する第 2 の変換画像上の対応位置を取得する。すなわち、位置取得部 1 0 5 0 は、一方の画像上の注目位置と、他方の画像上の注目位置に対応する対応位置と、を取得する位置取得手段の一例に相当する。そして、位置取得部 1 0 5 0 は取得した位置を比較領域取得部 1 0 6 0、組み合わせ決定部 1 0 7 0 および差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。

【 0 0 3 1 】

(S 2 0 5 0) (比較領域の設定)

ステップ S 2 0 5 0 において、比較領域設定部 1 0 6 0 は、ステップ S 2 0 3 0 で決定した比較領域のサイズからなる比較領域を、第 2 の変換画像上の対応位置を中心とした周囲に設定する。そして、設定した比較領域の情報を組み合わせ決定部 1 0 7 0 へと出力する。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、変換画像上に設定する比較領域を説明する図である。図 4 において、グラフ 3 1 0 0 とグラフ 3 1 2 0 は、図 3 (c) のグラフ 3 1 0 0 とグラフ 3 1 2 0 と同じグラフを夫々表している。ここでは、x 軸方向の画素サイズが第 1 の画像と第 2 の画像で共に 5 mm であって、画素サイズが 1 mm となるようにアップサンプリングした場合の例を示す。この場合、x 軸方向の比較領域のサイズは第 1 の画像と第 2 の画像の夫々の半画素サイズの和であるため、 $2.5 \text{ mm} + 2.5 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$ となる。図 4 において、第 1 の変換画像上の画素 3 1 1 0 を注目位置としたときに、これに対応する第 2 の変換画像上の (変形情報に基づいて算出される) 対応位置が画素 4 0 3 0 であったとする。このとき、4 0 4 0 は、対応位置である画素 4 0 3 0 に設定したサイズ 5 mm の比較領域を表わしている。x 軸方向に離散化位置が最大 5 mm ずれる場合を考慮し、画素 4 0 3 0 を中心に + x および - x 方向夫々に 5 mm の比較領域を設定している。ここでは、図示を簡単化するために x 軸方向のみ説明したが、実際の 3 次元画像においては、x、y、z 軸方向夫々で画素サイズに基づいて決定した比較領域のサイズからなる矩形の比較領域である。

【 0 0 3 3 】

(S 2 0 6 0) (組み合わせの決定)

ステップ S 2 0 6 0 において組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較処理 (差分の算出) を行う対象となる濃度値の組み合わせを決定する。まず、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、ステップ S 2 0 4 0 で取得した第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とを補間する。濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることができる。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。また、必ずしも補間する必要はない。なお、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値は補間せずに第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値を補間することとしてもよい。組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値が、第 2 の変換画像上の比較領域内の全ての画素の濃度値と差分を算出されるように、濃度値の組み合わせを決定してもよい。また組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較領域内に含まれる画素の中から少なくとも一つの画素をサンプリングし、その画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを差分の算出対象となる組み合わせとしてもよい。例えば、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較領域内に含まれる画素の中から最大の濃度値と最小の濃度値をサンプリングする。そして、比較領域内に含まれる最大の濃度値と注目位置

の濃度値との組み合わせと、比較領域内に含まれる最小の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせとを差分の算出対象となる組み合わせとして決定する。なお、サンプリングする濃度値は最大および最小に限定されるものではなく3以上の値をサンプリングしてもよいし、最大濃度値または最小濃度値など1の値をサンプリングすることとしてもよい。あるいは、比較領域内の最大濃度値と最小濃度値を両端（上限値と下限値）とする濃度レンジを取得し、注目位置の濃度値と比較領域内の濃度レンジを差分の算出対象の組み合わせとして取得してもよい。なお、比較領域内の濃度レンジは、濃度値の最大値と最小値以外であってもよい。例えば、濃度値の外れ値を除去した後の最大値と最小値でもよい。

【0034】

組み合わせ決定部1070は、決定した差分の算出対象となる濃度値の組み合わせを示す情報を差分算出部1080へと出力する。組み合わせ決定部1070が出力する濃度値の組み合わせを示す情報は、第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とのすべての組み合わせを示す情報でもよいし、比較領域内に含まれる画素の中からサンプリングされた画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを示す情報のみを出力してもよい。

【0035】

（S2070）（差分値の算出）

ステップS2070において、差分算出部1080は、ステップS2060で決定した第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の濃度値との組み合わせに基づいて、差分画像に与える差分値を取得する。差分算出部1080は、参照画像上の注目位置の濃度値と、第2の変換画像上の比較領域内の複数位置の濃度値夫々との差分、もしくは複数位置の濃度値の中から最も近い濃度値をもつ位置との差分を算出している。そして、差分画像生成部1090へと出力する。

【0036】

図4では、第1の変換画像の画素3110の濃度値と第2の変換画像上の比較領域4040内の夫々の濃度値との差分を求めることで、第1の差分画像の画素3110と差分が最小値となる第2の変換画像の画素3130との差分値を取得する。すなわち、図3における被検体の信号を最も反映させた画素間の濃度値の差分値を算出することができる。

【0037】

本実施形態において、第1の変換画像上の注目位置の濃度値との差分を算出する第2の変換画像上の比較領域内の画素は、組み合わせ決定部1070から出力されたすべての画素でもよい。あるいは、組み合わせ決定部1070から出力された画素を所定の間隔でサンプリングした画素、または、ランダムに所定画素数をサンプリングした画素でもよい。また、比較領域内に接する球状の領域内の画素でもよい。これにより、差分を算出する回数が減り、処理を高速化することができる。

【0038】

また、第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の画素夫々の濃度値との差分の値を用いる他の方法として、差分の最小値ではなく、差分の平均値や、二番目に小さい差分を算出して差分画像の差分値としてもよい。これによると、差分の最小値を取得するよりもノイズが多く残る可能性はある。しかし、一方で、第2の変換画像上で第1の変換画像上の注目画素との差分は小さいが、対応しない位置の画素（アーチファクトや他の部位の画素など）との差分を最小値として取得することを防ぐことができる。これにより、本来対応する位置の画素との差分よりも差分値が大幅に小さくなることを防ぐことができる。

【0039】

また、第2の変換画像上の比較領域内の濃度値の分布情報を算出し、その分布情報と、第1の変換画像上の注目位置の濃度値との比較によって差分値を求めてもよい。例えば、ステップS2060において、比較領域内の濃度レンジを取得している場合、濃度レンジと、第1の変換画像上の注目位置の濃度値との比較によって差分値を求めてもよい。例えば、注目位置の濃度値が、比較領域内の濃度レンジに含まれる場合の差分値を0としても

10

20

30

40

50

よい。また、注目位置の濃度値が、濃度レンジの最大値（上限値）より大きい場合には最大値（上限値）との差分値、濃度レンジの最小値（下限値）より小さい場合には最小値（下限値）との差分値を、差分画像に与える差分値としてもよい。このとき、第2の変換画像上の比較領域内の濃度レンジは、第1の変換画像の注目位置の濃度値が離散化位置の違いにより変わり得る範囲を表している。そのため、画像間で同一部位の濃度値が、離散化の影響により完全に一致せず、わずかに差分として残る場合でも、離散化位置の違いにより変わり得る範囲内であれば、差分を0とすることができ、よりノイズを低減できる。

【0040】

しかしながら、比較領域内に病変部やアーチファクトにより濃度値が大きく異なる画素が含まれている場合は、比較領域内の濃度値の最大値と最小値の幅が大きくなってしまい、注目位置の差分を誤って0としてしまう場合がある。そのため、注目位置の濃度値が比較領域内の濃度値の最大値と最小値の間であり、かつ、その最大値と最小値との注目位置の濃度値の差が閾値以下の位置に限り、差分を0としてもよい。あるいは、比較領域内の濃度値の分布を複数のクラスタに分類して、各クラスタの最小値と最大値との比較に基づいて、上記と同様の処理を行うようにしてもよい。すなわち、注目位置の濃度値がクラスタ内にある場合は0、クラスタ外にある場合は一番近いクラスタとの（符号付きの）距離を差分値とすればよい。なお、比較領域内の濃度値の分類は、濃度値だけに基づいて行ってもよいし、画素位置と濃度値に基づいて行ってもよい。前者の場合、例えば、比較領域内の濃度値のヒストグラムにクラスタリング処理を施せばよい。後者の場合、例えば、画素間における濃度値の連続性に基づいて比較領域内に領域分割処理を施すことでクラスタリングを行うことができる。

【0041】

また、本実施形態において、比較領域を第2の変換画像上ではなく、元の第2の画像上の対応位置を中心とした周囲に設定し、第1の変換画像の注目位置の濃度値と第2の画像上の比較領域内の濃度値との差分を算出してもよい。このとき、画素サイズよりも小さい間隔で比較領域内の複数の位置の濃度値を取得してもよい。これらの位置の濃度値は、周囲の濃度値から補間することにより取得する。補間方法が、ステップS2010で第2の変換画像を取得したときと同様であれば、第2の変換画像上に比較領域を設定した場合と同等の差分値を算出することができる。

【0042】

また、以上のように第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の画素夫々の濃度値とに基づいて求めた差分値を第1の差分値として、第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の対応位置の濃度値との差分（第2の差分値）を別途求め、第1の差分値と第2の差分値に基づいて差分画像に与える差分値を算出するようにしてもよい。例えば、第1の差分値と第2の差分値の加重平均値を差分画像の差分値とすることができる。これによると、ノイズではない信号を消してしまうリスクを軽減できる。

【0043】

（S2080）（注目位置を変更する？）

ステップS2080において、位置取得部1050は、第1の変換画像上のすべての位置（すべての画素）における差分値を算出したか否かの判定を行う。すべての位置の差分値を算出した場合、ステップS2090へと処理を進める。一方、すべての位置における差分値を取得していない場合、ステップS2040へと処理を戻す。

【0044】

なお、本実施形態において、差分値の算出を行うのは第1の変換画像上のすべての位置ではなく、あらかじめ公知の画像処理技術により抽出した第1の変換画像上の一部の位置でもよい。これにより、ノイズ低減に要する処理時間を低減することができる。

【0045】

（S2090）（差分画像の生成）

ステップS2090において、差分画像生成部1090は、第1の変換画像上の夫々の

10

20

30

40

50

位置における差分値を濃度値とした差分画像（第１の差分画像）を生成する。そして、得られた差分画像をデータサーバ１１０へと保存する。もしくは、画像処理装置１００内のメモリへと保存してもよい。また、表示制御部１１００へと出力する。なお、ステップＳ２０６０で算出した第２の差分値（第１の変換画像上の注目位置の濃度値と第２の変換画像上の対応位置の濃度値との差分）を濃度値とした一般的な差分画像（第２の差分画像）も合わせて生成するようにしてもよい。

【００４６】

（Ｓ２１００）（差分画像の表示）

ステップＳ２１００において、表示制御部１１００は、ステップＳ２０９０で生成した差分画像（第１の差分画像）を表示部１２０に表示する制御を行う。

10

【００４７】

表示の例としては、例えば一つの画面を縦または横に分割して第１の画像、第２の画像、差分画像を夫々並べて表示してもよい。また、第１の画像または第２の画像と異なる色で描画した差分画像（第１の差分画像）を重ね合わせて表示してもよいし、第１の画像および第２の画像、差分画像のいずれか一つのみを選択して（同一位置に自由に切り替えて）表示できるようにしてもよい。また、いずれかの画像の解像度に合わせ、他方の画像を拡大または縮小して表示してもよいし、第１の画像上の一つの注目位置に対応する第２の画像の対応位置および差分画像の注目位置が合うように、夫々並べて表示してもよい。また、第１の差分画像と第２の差分画像を切り替えて表示できるようにしてもよい。

【００４８】

20

以上によって、画像処理装置１００の処理が実施される。

【００４９】

以上により、離散化位置のずれを考慮した必要最低限のサイズの比較領域から差分値を算出することで、差分画像上の必要な信号を残し、かつ、画像間の離散化位置のずれによる濃度値の差から生じたノイズが低減された差分画像をユーザが観察することができる。

【００５０】

（変形例１－１）（離散化位置のずれを考慮した画像類似度を算出する）

本実施形態では、注目する画素間の差分を求める際に、画素サイズに基づいて定めたサイズの比較領域を画素の周辺に設定してその領域内の濃度値を用いる手法を、差分画像生成時のノイズ軽減に用いた。しかし、この方法は、注目する画素間の比較を行う他の場面でも用いることができる。例えば、ステップＳ２０２０において、変形情報取得部１０３０は、公知の画像処理手法を利用して画像類似度を取得したが、画像位置合わせのために画像類似度を取得する処理においてもこの手法を用いることができる。すなわち、ＳＳＤのように、画像間のある画素ペアの濃度値の差分を算出する際に、当該画素ペアを注目位置及び対応位置において、ステップＳ２０５０とステップＳ２０６０とステップＳ２０７０と同様の処理によって差分値を算出してもよい。画像類似度が高くなるように繰り返し変形情報の最適化を行う位置合わせにおいては、最適化の各ステップでユーザが最終的に観察するノイズ低減された画像と同様のステップにより算出した差分値に基づいて取得した画像類似度を評価する。これにより、離散化位置のずれを考慮した画像類似度を算出することができ、結果としてノイズがより低減される差分画像を取得することができる。

30

40

【００５１】

（変形例１－２）（ユーザが指定した位置のノイズを低減する）

本実施形態では、ステップＳ２０８０において、第１の変換画像上のすべての位置（すべての画素）、または、あらかじめ公知の画像処理技術により抽出した一部の位置としていたが、ユーザが位置を指定してもよい。すなわち、あらかじめユーザが指定した領域内のすべての位置、または、一部の位置を対象として、ノイズを低減した差分画像の生成処理を行ってもよい。また、第２の差分画像のみを生成して表示し、ユーザがインタラクティブに指定した注目位置の近傍領域のみにステップＳ２０４０～Ｓ２０９０の処理を施し、当該近傍領域のみを第１の差分画像に置換して表示するようにしてもよい。これにより、必要最低限の位置のみノイズを低減することで、ノイズ低減に要する時間をできる。さ

50

らに、ユーザがノイズではないと判断する位置は、ノイズ低減処理の対象から外すことができるため、信号を消しすぎてしまうことを防ぐことができる。

【0052】

<第2実施形態>

本実施形態に係る画像処理装置は、第1実施形態と同様、第1の画像と第2の画像の3次元差分画像を生成する装置である。本実施形態に係る画像処理装置は、入力画像の画素サイズに応じて、ノイズ低減処理を実行するか否かを判断し、判断に応じた方法で3次元差分画像を生成することを特徴とする。本実施形態の画像処理装置は、第1実施形態と同様に、第1の画像と第2の画像の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。このとき、第1の画像および第2の画像の画素サイズが所定の閾値未満である場合、離散化位置のずれが小さいものと判断し、ノイズ低減処理を実施せずに差分画像を生成する。一方、画素サイズが所定の閾値以上である場合、第1実施形態と同様にノイズ低減処理を実施した差分画像を生成する。これにより、離散化位置のずれが小さい場合に、画像間の濃度値の差分を消しすぎてしまうことを抑えることができる。また、ノイズ低減に要する処理時間を短縮できる。以下、図1と図5を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

10

【0053】

本実施形態に係る画像処理装置の構成は、第1実施形態と同様である。しかし、比較領域サイズ決定部1040および差分算出部1080は、第1実施形態と機能が異なるため、以下でその機能を説明する。その他の構成については、第1実施形態と機能が同じであるため、説明を省略する。

20

【0054】

比較領域サイズ決定部1040は、第1の画像と第2の画像の画素サイズに基づいて、ノイズ低減処理を実施するか否かを判定する。また、第1実施形態と同様に、第1の画像と第2の画像の画素サイズに基づいて、比較領域のサイズの決定を行う。差分算出部1080は、ノイズ低減処理を実施しない場合には、第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の対応位置の濃度値との差分値を注目位置の差分値として算出する。一方、ノイズ低減処理を実施する場合には、第1実施形態と同様な処理を行う。

【0055】

図5は、画像処理装置100が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップS5000からS5020、S5030からS5100は、それぞれ第1実施形態のステップS2000からS2020、S2030からS2100と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図2のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

30

【0056】

(S5025)(ノイズ低減処理を実施する?)

ステップS5025において、比較領域サイズ決定部1040は、第1の画像と第2の画像の画素サイズに基づいて、ノイズ低減処理を実施するか否かを判断する。

【0057】

ここでは、第1の画像と第2の画像の両者の画素サイズが所定の閾値未満である場合、離散化位置のずれが小さいと判断し、ノイズ低減を実施不要と判定して、ステップS5100へと処理を進める。一方、画素サイズが所定の閾値以上である場合、ステップS5030へと処理を進め、第1実施形態と同様のノイズ低減処理を実施する。例えば、閾値として、病変サイズやモダリティの分解能に応じた値、ユーザがあらかじめ決めた値を設定する。

40

【0058】

本実施形態において、第1の画像と第2の画像の夫々の画素サイズに基づいてノイズ低減処理を実施するか否かの判断を行ったが、第1の画像と第2の画像の夫々の画素サイズの和に基づいて判定してもよい。また、所定の閾値は、画像のx、y、z軸方向夫々で異なる値でもよい。また、ノイズ低減の要否を軸ごとに判定し、軸ごとにノイズ低減処理の実施・不実施を制御してもよい。例えば、第1の画像と第2の画像の夫々のx、y軸方向の画素サイズが閾値未満であり、z軸方向の画素サイズが閾値以上であった場合、x、y

50

軸方向はノイズ低減不要と判断して比較領域のサイズを 0 とし、z 軸方向のみノイズ低減が必要と判断して第 1 実施形態と同様に比較領域のサイズを決定してもよい。そして、3 軸方向全てでノイズ低減不要と判断された場合はステップ S 5 1 0 0 に処理を進め、それ以外の場合はステップ S 5 0 3 0 へと処理を進める。

【0059】

なお、一般的な CT 画像ではスライス内の解像度 (= x、y 方向の画素サイズ) は十分である場合が多いため、x、y 方向については画像サイズによる判定を行わずに、常にノイズ低減を行わないとしてもよい。すなわち、入力画像のスライス間隔 (= z 方向の画素サイズ) に基づいて、z 方向のノイズ低減を行うか否かのみを判定すればよい。これによると、入力画像がシンスライスの場合にはノイズ低減を行わず、シックススライスの場合はノイズ低減を行うように判定できる。

10

【0060】

(S 5 1 1 0) (対応する位置の差分値の算出)

ステップ S 5 1 1 0 において、差分算出部 1 0 8 0 は、第 1 の変換画像と第 2 の変換画像間に対応する位置の濃度値の差分値 (第 1 実施形態における第 2 の差分値) を算出する。このとき、ステップ S 5 0 4 0 と同様に変形情報を利用して画像間の対応する位置を取得する。

【0061】

本実施形態によると、画素サイズに応じて、ノイズ低減処理の要否を判断することで、入力画像の画素サイズが十分に小さく離散化によるノイズが小さい場合に、不要な計算を省くことができる。また、第 1 実施形態と比較して、本来の差分値を消しすぎてしまうことを防ぐという効果がある。

20

【0062】

< 第 3 実施形態 >

本実施形態に係る画像処理装置は、第 1 実施形態と同様、第 1 の画像と第 2 の画像の 3 次元差分画像を生成する装置である。本実施形態に係る画像処理装置は、画像間の同一部位が略一致するように変形位置合わせした変形画像上に比較領域を投影した変形比較領域を利用して、ノイズを低減した 3 次元差分画像を生成することを特徴とする。本実施形態の画像処理装置は、第 1 実施形態と同様に、第 1 の画像と第 2 の画像の夫々を解像度が元の画像と異なるように変換した第 1 の変換画像と第 2 の変換画像を取得する。そして画像処理装置は、第 1 の変換画像上の注目位置と対応する第 2 の変換画像上の対応位置周囲に比較領域を設定する。そして、第 1 の変換画像と各画素の濃度値が類似するように第 2 の変換画像を変形位置合わせして取得した第 2 の変形変換画像上に、変形情報を利用して比較領域を投影する。そして、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変形変換画像上の対応位置の周辺に設定した変形比較領域内の複数の画素の濃度値とに基づいて、注目位置の差分を算出し、その値を 3 次元差分画像上の注目位置の濃度値とした 3 次元差分画像を生成する。第 1 の画像と画像上の同一部位の位置が略一致した第 2 の画像の変形画像と差分画像を取得できるため、これらの画像を並べて表示することで、差分画像上の差分値を第 1 の画像と変形画像のどの位置の濃度値から算出したかをユーザが容易に確認できる。以下、図 6 と図 7 を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

30

40

【0063】

図 6 は、本実施形態に係る画像診断システムの構成を示す。ここで、データサーバ 1 1 0、表示部 1 2 0 は、第 1 実施形態と同様であるため説明を省略する。画像処理装置 6 0 0 は、以下の構成要素により構成されている。データ取得部 1 0 1 0、変換画像取得部 1 0 2 0、変形情報取得部 1 0 3 0、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0、位置取得部 1 0 5 0、比較領域設定部 1 0 6 0、差分画像生成部 1 0 9 0、表示制御部 1 1 0 0 は、第 1 実施形態と同じ機能であるため説明を省略する。

【0064】

変形画像取得部 1 6 1 0 は、変形情報取得部 1 0 3 0 で取得した変形情報を用いて第 2 の変換画像を変形させた第 2 の変形変換画像を取得する。比較領域投影部 1 6 2 0 は、変

50

形情報取得部 1030 で取得した変形情報を用いて、比較領域設定部 1060 が第 2 の変換画像上に設定した比較領域を第 2 の変形変換画像上に投影して変形比較領域を取得する。組み合わせ決定部 1070 は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変換画像上の比較領域内の複数位置の濃度値との組み合わせを、比較処理（差分の算出）の対象として決定する。差分算出部 1080 は、組み合わせ決定部 1070 が決定した濃度値の組み合わせ、すなわち、第 1 の変換画像上の注目画素の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の複数の画素の濃度値とに基づいて、注目位置の差分値を算出する。図 7 は、画像処理装置 600 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップ S7000 から S7050、S7080 から S7100 は、それぞれ第 1 実施形態のステップ S2000 から S2050、S2080 から 2100 と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図 2 のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

10

【0065】

（S7052）（変形画像の取得）

ステップ S7052 において、変形画像取得部 1610 は、ステップ S7020 で取得した変形情報を用いて、第 2 の変換画像を変形させた第 2 の変形変換画像を取得する。そして、取得した第 2 の変形変換画像を比較領域投影部 1720 および差分算出部 1080 へと出力する。

【0066】

（S7054）（比較領域の投影）

ステップ S7054 において、比較領域投影部 1620 は、ステップ S7020 で取得した変形情報を用いて、ステップ S7050 で第 2 の変換画像上に設定した比較領域を第 2 の変形変換画像上に変形比較領域として投影する。そして、それを差分算出部 1080 へと出力する。

20

【0067】

ここで、投影する第 2 の変換画像上の比較領域は、比較領域内の領域すべてでもよいし、比較領域内からサンプリングした複数の位置でもよい。比較領域内の領域すべてを投影する場合、第 2 の変形変換画像上に変形情報を利用して投影した比較領域の輪郭の内部領域すべてを変形比較領域とすることができる。

【0068】

（S7060）（組み合わせの決定）

ステップ S7060 において、組み合わせ決定部 1070 は、比較処理（差分の算出）を行う対象となる濃度値の組み合わせを決定する。まず、組み合わせ決定部 1070 は、ステップ S7040 で取得した第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とを補間する。なお、濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることができる。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。また、第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値は、必ずしも補間する必要はない。第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値が、第 2 の変換画像上の比較領域内の全ての画素の濃度値と差分を算出されるように、濃度値の組み合わせを決定してもよい。また、比較領域内に含まれる画素の中から少なくとも一つの画素をサンプリングし、その画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを差分の算出対象となる組み合わせとしてもよい。例えば、組み合わせ決定部 1070 は、比較領域内に含まれる画素の中から最大の濃度値と最小の濃度値をサンプリングする。そして、比較領域内に含まれる最大の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせと、比較領域内に含まれる最小の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせとを差分の算出対象となる組み合わせとして決定する。なお、サンプリングする濃度値は最大および最小に限定されるものではなく 3 以上の値をサンプリングしてもよいし、最大濃度値または最小濃度値など 1 の値をサンプリングすることとしてもよい。あるいは、比較領域内の最大濃度値と最小濃度値を両端（上限値と下限値）とする濃度レンジを取得し、注目位置の濃度値と比較領域内の濃度レンジを差分の算出対象の組み合わせとして取得してもよい。なお、比較領域内の濃度レンジは、濃度値の最大値と最小値以外であってもよい。例えば、濃度値の外れ値を除去した後の最大値と最小値でも

30

40

50

よい。

【 0 0 6 9 】

組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、決定した差分の算出対象となる濃度値の組み合わせを示す情報を差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。組み合わせ決定部 1 0 7 0 が出力する濃度値の組み合わせを示す情報は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とのすべての組み合わせを示す情報でもよい。また、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較領域内に含まれる画素の中からサンプリングされた画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを示す情報のみを出力してもよい。

【 0 0 7 0 】

(S 7 0 7 0) (差分値の算出)

ステップ S 7 0 7 0 において、差分算出部 1 0 8 0 は、ステップ S 7 0 6 0 で取得した第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、ステップ S 7 0 5 4 で投影した第 2 の変換画像上の変形比較領域内の濃度値との組み合わせに基づいて、差分画像に与える差分値を取得する。第 1 実施形態におけるステップ S 2 0 6 0 の処理との違いは、第 2 の変換画像が第 2 の変換画像に、比較領域が変形比較領域に変更されただけであり、それ以外の処理は同様である。

【 0 0 7 1 】

以上によって、画像処理装置 6 0 0 の処理が実施される。

【 0 0 7 2 】

本実施形態によると、第 1 の画像と画像上の同一部位の位置が略一致した第 2 の画像の変換画像とノイズが低減された差分画像間の同一部位を容易に比較しながら観察することができる。そのため、第 1 実施形態と比較して、ユーザは差分画像上の差分値が病変による差分か否かを容易に判断することができるという効果がある。

【 0 0 7 3 】

(変形例 3 - 1) (離散化位置のずれを考慮して画像類似度を算出する)

第 1 実施形態の変形例 1 - 1 と同様に、画像類似度を算出する際に離散化位置のずれによるノイズを低減した差分値に基づいて画像類似度を取得してもよい。ここでは、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の変形比較領域内の夫々の濃度値との差分の最小値を利用する。これにより、離散化位置のずれを考慮した画像類似度を取得することができ、結果としてノイズがより低減される差分画像を取得することができる。

【 0 0 7 4 】

< 第 4 実施形態 >

本実施形態に係る画像処理装置は、第 1 実施形態と同様、3次元画像間の差分画像を生成する装置である。本実施形態に係る画像処理装置は、第 1 の変換画像の注目位置と第 2 の変換画像の対応位置の両方に比較領域を設定し、夫々の比較領域内の画素の濃度値に基づいて注目位置における差分値を求めることを特徴とする。ここで、第 1 実施形態と同様に、第 2 の変換画像上に比較領域を設定して第 1 の変換画像上の注目位置との差分を求める方向を順方向とする。また、第 1 の変換画像上に比較領域を設定して第 2 の変換画像上の対応位置との差分を求める方向を逆方向とする。本実施形態の画像処理装置は、差分画像上の注目位置において順方向と逆方向の夫々で差分値を求め、その二つの差分値を統合した代表差分値を、生成する差分画像の濃度値とする。これにより、一方の方向だけの計算では捉えることができない信号を差分画像に残すことが可能となる。以下、図 1 と図 8 を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

【 0 0 7 5 】

本実施形態に係る画像処理装置の構成は、第 1 実施形態と同様である。しかし、比較領域設定部 1 0 6 0、組み合わせ決定部 1 0 7 0 および差分算出部 1 0 8 0 は、第 1 実施形態と機能が異なるため、以下でその機能を説明する。その他の構成については、第 1 実施形態と機能が同じであるため、説明を省略する。

【 0 0 7 6 】

比較領域設定部 1 0 6 0 は、第 1 の変換画像上の注目位置の周囲と、第 2 の変換画像上

10

20

30

40

50

の対応位置の周囲の夫々に、比較領域のサイズからなる比較領域を設定する。組み合わせ決定部 1070 は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変換画像上の比較領域内の複数位置の濃度値との組み合わせを、比較処理（差分の算出）の対象として決定する。差分算出部 1080 は、組み合わせ決定部 1070 が決定した濃度値の組み合わせに基づいて順方向の差分値と逆方向の夫々の差分値を算出し、二つの差分値を統合した代表差分値を取得する。

【0077】

図 8 は、画像処理装置 100 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップ S8000 から S8040、S8080 から S8100 は、それぞれ第 1 実施形態のステップ S2000 から S2040、S2080 から S2100 と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図 2 のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

【0078】

（S8050）（比較領域の設定）

ステップ S8050 において、比較領域設定部 1060 は、ステップ S8030 で決定した比較領域のサイズからなる第 1 の比較領域を、第 1 の変換画像上の注目位置を中心とした周囲に設定する。また、第 1 実施形態のステップ S2050 と同様に、第 2 の変換画像上の対応位置を中心とした周囲に、ステップ S8030 で決定した比較領域のサイズからなる第 2 の比較領域を設定する。そして、設定した第 1 の比較領域と第 2 の比較領域の情報を組み合わせ決定部 1070 へと出力する。

【0079】

（S8060）（双方向の組み合わせの決定）

ステップ S8060 において組み合わせ決定部 1070 は、ステップ S8040 で取得した第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とを補間し、組み合わせを決定する（順方向）。さらに、組み合わせ決定部 1070 は、第 2 の変換画像上の対応位置の濃度値と、第 1 の変換画像上の第 1 の比較領域内の画素夫々の濃度値とを補間し、組み合わせを決定する（逆方向）。この処理は、注目位置と対応位置を入れ替えただけであり、第 1 実施形態のステップ S2060 と同様に行うことができる。なお、組み合わせの決定には、ステップ S2060 に記載した様々な方法を用いることができる。

【0080】

（S8070）（双方向の差分値の算出）

ステップ S8070 において、差分算出部 1080 は、第 1 実施形態のステップ S2070 と同様に、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変換画像上の第 2 の比較領域内の画素夫々との組み合わせに基づいて、注目位置における（順方向の）差分値を算出する。さらに、差分算出部 1080 は、第 2 の変換画像上の対応位置の濃度値と、第 1 の変換画像上の第 1 の比較領域内の画素夫々の濃度値とに基づいて、注目位置における（逆方向の）差分値を算出する。この処理は、注目位置と対応位置を入れ替えただけであり、第 1 実施形態のステップ S2070 と同様に行うことができる。なお、差分値の算出には、ステップ S2070 に記載した様々な方法を用いることができる。

【0081】

（S8075）（代表差分値の算出）

ステップ S8075 において、差分算出部 1080 は、ステップ S8070 で算出した順方向の差分値と逆方向の差分値を統合して、代表差分値を算出する。例えば、両者の絶対値を比較し、絶対値が大きい方の差分値を代表差分値として取得する。そして、取得した代表差分値を、当該注目位置における差分画像の濃度値として、差分画像生成部 1080 へと出力する。

【0082】

第 1 の画像と第 2 の画像の一方の画像にしか存在しないサイズが小さい病変の信号において、順方向と逆方向の一方はその差分値を捉え、他方の方向ではその差分値を捉えることができない場合がある。一方向の差分値では信号が消えてしまう場合があるが、双方向

10

20

30

40

50

の差分値を利用して代表差分値を算出することで、このような差分値を差分画像上に残すことができる。

【 0 0 8 3 】

本実施形態において、絶対値が大きい方の差分値を代表差分値としたが、絶対値が小さい方の差分値を代表差分値としてもよい。また、順方向の差分値と逆方向の差分値の平均値を代表差分値としてもよい。これにより、一方の画像にしか存在しない信号との差分値が小さくなる一方で、ノイズの信号をより抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、本実施形態では、比較領域のサイズを必ずしも入力画像の画素サイズに基づいて適応的に決定しなくてもよい。すなわち、典型的な画素サイズに対して好適な比較領域のサイズを予め既定値として設定して用いてもよい。この場合、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0、および、ステップ S 8 0 3 0 の処理は不要となる。

【 0 0 8 5 】

本実施形態によると、一方の画像にのみ存在するサイズが小さい病変のような信号を消してしまったり、本来の病変の大きさよりも病変が小さく表示されてしまうといった危険性を、第 1 実施形態と比べて軽減できるという効果がある。

【 0 0 8 6 】

< 第 5 実施形態 >

本実施形態に係る画像処理装置は、第 1 実施形態と同様に、複数の 3 次元画像（第 1 の画像と第 2 の画像）間の 3 次元差分画像を生成する装置である。本実施形態では、より簡易な構成で本発明を実施する例を説明する。以下、図 9 と図 1 0 を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

【 0 0 8 7 】

図 9 は、本実施形態に係る画像診断システムの構成を示す。データサーバ 1 1 0 および表示部 1 2 0 は、第 1 実施形態と機能が同じであるため説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

画像処理装置 9 0 0 は、以下の構成要素により構成される。データ取得部 1 0 1 0、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0、差分画像生成部 1 0 9 0、表示制御部 1 1 0 0 は、第 1 実施形態の機能が同じであるため説明を省略する。その他の構成については、以下でその機能を説明する。

【 0 0 8 9 】

変形情報取得部 1 0 3 0 は、第 1 の画像と第 2 の画像の画像上の位置の対応関係を表す変形情報を取得する。位置取得部 1 0 5 0 は、第 1 の画像上の注目位置を取得し、変形情報取得部 1 0 3 0 で取得した変形情報を用いて、第 1 の画像上の注目位置と対応する第 2 の画像上の対応位置を取得する。比較領域設定部 1 0 6 0 は、第 2 の画像上の対応位置の周囲に比較領域のサイズからなる比較領域を設定する。組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と、第 2 の変換画像上の比較領域内の複数位置の濃度値との組み合わせを、比較処理（差分の算出）の対象として決定する。差分算出部 1 0 8 0 は、組み合わせ決定部 1 0 7 0 が決定した濃度値の組み合わせ、すなわち、第 1 の変換画像上の注目画素の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の複数の画素の濃度値とに基づいて、注目位置の差分値を算出する。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 は、画像処理装置 9 0 0 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップ S 1 0 1 0 0 は、第 1 実施形態のステップ S 2 1 0 0 と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図 2 のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

【 0 0 9 1 】

（ S 1 0 0 0 0 ）（データの取得）

ステップ S 1 0 0 0 0 において、データ取得部 1 0 1 0 は、画像処理装置 9 0 0 に入力される第 1 の画像と第 2 の画像を取得する。そして、取得した第 1 の画像と第 2 の画像を、変形情報取得部 1 0 3 0 および位置取得部 1 0 5 0、比較領域設定部 1 0 6 0、組み合

10

20

30

40

50

わせ決定部 1 0 7 0、差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。また、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズに関する情報を、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 へと出力する。

【 0 0 9 2 】

(S 1 0 0 2 0) (変形情報の取得)

ステップ S 1 0 0 2 0 において、変形情報取得部 1 0 3 0 は、第 1 の画像と第 2 の画像間で同一部位を表す画素が略一致するように変形情報を取得する。すなわち、第 1 の画像と第 2 の画像との間の位置合わせ処理 (変形推定処理) を行う。そして、取得した変形情報を位置取得部 1 0 5 0 へと出力する。

【 0 0 9 3 】

本実施形態において、変形情報は第 1 実施形態と同様に、公知の画像処理手法により求めることができる。

10

【 0 0 9 4 】

(S 1 0 0 3 0) (比較領域サイズの決定)

ステップ S 1 0 0 3 0 において、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズに基づいて、差分値の算出に用いる比較領域のサイズを決定する。そして、決定した比較領域のサイズを比較領域設定部 1 0 6 0 へと出力する。

【 0 0 9 5 】

本実施形態において、第 1 実施形態と同様に、第 1 の画像と第 2 の画像間で画像生成時における離散化位置のずれによって、被検体の元の撮像信号が最も反映される画素の位置が最大で夫々の元の画像の半画素サイズの和だけずれるという性質を利用する。すなわち、第 1 の画像と第 2 の画像夫々の半画素サイズの和を、比較領域のサイズとして決定する。

20

【 0 0 9 6 】

(S 1 0 0 4 0) (位置の取得)

ステップ S 1 0 0 4 0 において、位置取得部 1 0 5 0 は、第 1 の画像上の注目位置 (注目画素) を取得し、ステップ S 1 0 0 2 0 で取得した変形情報を利用して注目位置と対応する第 2 の画像上の対応位置を取得する。そして、取得した位置を比較領域設定部 1 0 6 0、組み合わせ決定部 1 0 7 0 および差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。

【 0 0 9 7 】

(S 1 0 0 5 0) (比較領域の設定)

ステップ S 1 0 0 5 0 において、比較領域設定部 1 0 6 0 は、ステップ S 1 0 0 3 0 で決定した比較領域のサイズからなる比較領域を、第 2 の画像上の対応位置を中心とした周囲に設定する。そして、設定した比較領域の情報を組み合わせ決定部 1 0 7 0 へと出力する。

30

【 0 0 9 8 】

(S 1 0 0 6 0) (組み合わせの決定)

ステップ S 1 0 0 6 0 において組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較処理 (差分の算出) を行う対象となる濃度値の組み合わせを決定する。まず、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、ステップ S 1 0 0 4 0 で取得した第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とを補間する。なお、濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることができる。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。また、第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値は、必ずしも補間する必要はない。第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値が、第 2 の変換画像上の比較領域内の全ての画素の濃度値と差分を算出されるように、濃度値の組み合わせを決定してもよい。また、比較領域内に含まれる画素の中から少なくとも一つの画素をサンプリングし、その画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを差分の算出対象となる組み合わせとしてもよい。例えば、組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、比較領域内に含まれる画素の中から最大の濃度値と最小の濃度値をサンプリングする。そして、比較領域内に含まれる最大の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせと、比較領域内に含まれる最小の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせとを差分の算出対象となる組み合わせとして決定する。なお、サンプリングする濃度値は最大および最小に限定されるものではなく 3 以上の値をサンプリ

40

50

ングしてもよいし、最大濃度値または最小濃度値など1の値をサンプリングすることとしてもよい。あるいは、比較領域内の最大濃度値と最小濃度値を両端（上限値と下限値）とする濃度レンジを取得し、注目位置の濃度値と比較領域内の濃度レンジを差分の算出対象の組み合わせとして取得してもよい。なお、比較領域内の濃度レンジは、濃度値の最大値と最小値以外であってもよい。例えば、濃度値の外れ値を除去した後の最大値と最小値でもよい。

【0099】

（S10070）（差分値の算出）

ステップS10070において、差分算出部1080は、ステップS10060で決定した第1の画像上の注目位置の濃度値と第2の画像上の比較領域内の複数の位置の濃度値との組み合わせに基づいて、差分画像に与える差分値を取得する。そして、差分画像生成部1090へと出力する。

10

【0100】

第1実施形態では、参照画像（第1の画像あるいは第1の変換画像）と第2の変換画像の濃度値から差分値を算出していたが、本実施形態では、第1の画像と第2の画像の濃度値から第1実施形態のステップS2070と同様に差分値を算出する。すなわち、第1の画像上の注目位置の濃度値と第2の画像上の比較領域内の複数の位置の夫々における濃度値との差分を算出し、その中の最小値を差分画像に与える差分値として取得する。なお、第2の画像上の比較領域内の複数の位置から濃度値を取得する際は、比較領域内のすべての画素の位置を前記複数の位置として、夫々の画素から濃度値を取得してもよい。あるいは、比較領域内の前記複数の位置として、画素ピッチよりも細かい所定の間隔の計測点を比較領域内に設定して、夫々の計測点における濃度値を近傍画素の濃度値から補間して取得してもよい。

20

【0101】

（S10080）（注目位置を変更する？）

ステップS10080において、位置取得部1050は、第1の画像上のすべての位置（すべての画素）における差分値を算出したか否かの判定を行う。すべての位置の差分値を算出した場合、ステップS10090へと処理を進める。一方、すべての位置における差分値を取得していない場合、ステップS10040へと処理を戻す。

【0102】

なお、本実施形態において、差分値の算出を行うのは第1の画像上のすべての位置ではなく、あらかじめ公知の画像処理技術により抽出した第1の画像上の一部の位置でもよい。これにより、ノイズ低減に要する処理時間を低減することができる。

30

【0103】

（S10090）（差分画像の生成）

ステップS10090において、差分画像生成部1090は、第1の画像上の夫々の位置（画素）における差分値を濃度値とした差分画像（第1の差分画像）を生成する。そして、得られた差分画像をデータサーバ110へと保存する。また、表示制御部1100へと出力する。なお、ステップS10070で算出した第2の差分値（第1の画像上の注目位置の濃度値と第2の画像上の対応位置の濃度値との差分）を濃度値とした一般的な差分画像（第2の差分画像）も合わせて生成するようにしてもよい。

40

【0104】

以上によって、画像処理装置900の処理が実施される。

【0105】

以上により、第1の変換画像と第2の変換画像を取得せずに、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。すなわち、離散化位置のずれを考慮した必要最低限のサイズの比較領域から差分値を算出することで、差分画像上の必要な信号を残し、かつ、画像間の離散化位置のずれによる濃度値の差から生じたノイズが低減された差分画像をユーザが観察することができる。なお、第2乃至第5実施形態の夫々についても、本実施形態と同様に第1の変換画像と第2の変換画像を取得せずに実施可能である。

50

【 0 1 0 6 】

< 第 6 実施形態 >

本実施形態に係る画像処理装置は、第 1 実施形態と同様、第 1 の画像と第 2 の画像の 3 次元差分画像を生成する装置である。ただし、本実施形態に係る画像処理装置は、画像間の画素サイズが異なる場合に、画素サイズが異なることで生じる画像間の濃度値の差異に起因するノイズを低減した差分画像を生成することを特徴とする。以下では、本実施形態に係る画像処理装置の説明をする。

【 0 1 0 7 】

通常、CT 画像のように被検体から得られた連続的な信号データを離散化された画素の濃度値に変換して画像を再構成する際、所定の区間（例えば、スライス画像の面内の画素サイズやスライス厚）の信号データの重み付き平均の値を利用する。すなわち、画素サイズが大きい画素の濃度値は、小さい画素と比較して、広範囲の信号データが平滑化されて算出されている。本実施形態の画像処理装置では、第 2 の画像の画素サイズが第 1 の画像より小さい場合には、第 2 の画像の濃度値を近似的に信号データとみなす。そして、本実施形態の画像処理装置により第 1 の画像の 1 画素と同じサイズの第 2 の画像上の領域内の画素の濃度値を平滑化することで、第 1 の画像の 1 画素と同じサイズの領域の信号データから生成した濃度値を近似的に求め、第 2 の画像を平滑化した第 2 の平滑化画像を生成する。そして、生成した第 2 の平滑化画像を第 2 の画像の代わりに用いて、第 1 実施形態と同様の差分画像を生成する処理を行う。これにより、第 1 の画像の注目画素と濃度値の差が最も小さくなる第 2 の画像上の平滑化領域が選択されるため、平滑化する領域が微小にずれることによる濃度値の変化を吸収できる。一方、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像より小さい場合には、同様に、第 1 の画像を平滑化した第 1 の平滑化画像を第 1 の画像の代わりに用いて、第 1 実施形態と同様の差分画像を生成する処理を行う。これにより、ユーザは、画素サイズが異なる二つの画像を入力とした場合に、第 1 実施形態よりもノイズが少ない差分画像を観察できる。以下、図 1 1 と図 1 2 を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

【 0 1 0 8 】

図 1 1 は、本実施形態に係る画像診断システムの構成を示す。平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 については、以下でその機能を説明する。その他の構成は、第 1 実施形態と機能が同じであるため、説明を省略する。

【 0 1 0 9 】

平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は、データ取得部 1 0 1 0 から取得した第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズのうちどちらが大きいかを判定し、第 2 の画像の画素サイズが第 1 の画像の画素サイズより小さい場合には、第 2 の画像を平滑化した第 2 の平滑化画像を取得する。一方、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像の画素サイズより小さい場合には、第 1 の画像を平滑化した第 1 の平滑化画像を取得する。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 は、画像処理装置 1 1 0 0 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップ S 1 2 0 3 0 から S 1 2 1 1 0 は、それぞれ第 1 実施形態のステップ S 2 0 2 0 から S 2 1 0 0 と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図 2 のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

【 0 1 1 1 】

(S 1 2 0 0 0) (データの取得)

ステップ S 1 2 0 0 0 において、データ取得部 1 0 1 0 は、画像処理装置 1 1 0 0 に入力される第 1 の画像と第 2 の画像および各画像の画素サイズを取得する。そして、取得した第 1 の画像と第 2 の画像および各画像の画素サイズを、平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 へと出力する。また、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズに関する情報を、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 へと出力する。

【 0 1 1 2 】

(S 1 2 0 1 0) (平滑化画像の取得)

ステップ S 1 2 0 1 0 において、平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は、データ取得部 1 0 1 0 から取得した第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズのうちどちらが大きいかを判定する。平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は第 1 の画像が 2 つの画素サイズのうち、画素サイズが大きな第 1 の画素サイズを有する場合には（第 2 の画像の画素サイズが第 1 の画像の画素サイズより小さい場合には）、第 2 の画像を平滑化して第 2 の平滑化画像を取得する。そして、取得した第 2 の平滑化画像と第 1 の画像を、変換画像取得部 1 0 2 0 へと出力する。この場合、画像処理装置 1 1 0 0 は、第 2 の平滑化画像を第 2 の画像と置き換えて以降の処理を行う。一方、平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は、第 1 の画像が 2 つの画素サイズのうち、画素サイズが小さな第 2 の画素サイズを有する場合には、第 1 の画像を平滑化した第 1 の平滑化画像を取得する。そして、取得した第 1 の平滑化画像と第 2 の画像を、変換画像取得部 1 0 2 0 へと出力する。この場合、画像処理装置 1 1 0 0 は、第 1 の平滑化画像を第 1 の画像と置き換えて以降の処理を行う。なお、平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は、前記データ取得部 1 0 1 0 から各画像の画素サイズを取得しているため上記の処理を実行することが可能である。

10

【 0 1 1 3 】

具体的に、第 1 の画像が第 1 の画素サイズを有する場合の例を説明する。本実施形態において、平滑化画像取得部 1 1 0 1 0 は、信号データから画素サイズが大きい方の第 1 の画像を再構成する際の処理を近似した処理を画素サイズが小さい方の第 2 の画像に施すため、第 1 の画像の画素サイズと同じサイズのカーネルを用いて、第 2 の画像を平滑化する。例えば、第 1 の画像の x、y、z 軸方向の夫々の画素サイズが、1 . 5 mm、1 . 5 mm、5 mm であり、第 2 の画像の夫々の画素サイズが、0 . 5 mm、0 . 5 mm、1 mm である場合を想定する。このとき、カーネルサイズは 1 . 5 mm × 1 . 5 mm × 5 mm であり、これは、第 2 の画像上では 3 × 3 × 5 画素分の大きさとなる。このカーネルを用いて、公知の平滑化処理を行う。平滑化処理として、3 × 3 × 5 画素分の濃度値を均等に平均化する処理でもよいし、ガウシアンフィルタによる平滑化処理のように重み付き平均を算出する処理でもよい。なお、一般的な CT 画像では、スライス内の解像度（= x、y 方向の画素サイズ）は十分に高解像度である場合が多いため、x、y 方向についてはノイズ低減を行わない構成であってもよい。この場合は、x、y 軸方向のカーネルサイズを 1 画素に設定し、z 軸方向の濃度値のみ平滑化すればよい。

20

【 0 1 1 4 】

上記の例では、画像間の画素サイズの比が奇数倍である。すなわち、カーネルサイズが第 2 の画像上の夫々の軸方向において、奇数画素分であった。以下で、画像間の画素サイズの比が偶数倍の例を説明する。例えば、第 1 の画像の x、y、z 軸方向の夫々の画素サイズが、0 . 5 mm、0 . 5 mm、4 mm であり、第 2 の画像の夫々の画素サイズが、0 . 5 mm、0 . 5 mm、1 mm である場合、カーネルサイズは第 2 の画像上において 1 × 1 × 4 画素分となる。一般的に、カーネルを用いてフィルタ処理を行う場合、軸方向のカーネルサイズを奇数画素分とし、フィルタ処理対象の画素と、その画素を中心として軸の正と負の方向の画素を均等に（5 画素分の場合、2 画素ずつ）用いて処理を行う。しかしながら、カーネルサイズが 4 画素のように偶数画素分の場合、軸の正と負の方向の画素を均等に用いることができない。そのため、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像に対して奇数倍となるように、第 2 の画像の解像度を変換した画像を生成する。より具体的には、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像の解像度を変換した画像に対して奇数倍となり、かつ元の第 2 の画像の画素サイズ以下で最も近い値となるように、第 2 の画像の画素サイズを変換する。上記の例では、z 軸方向のみ画素サイズが偶数倍のため、z 方向のみ解像度を変換する。すなわち、第 2 の画像の画素サイズを、0 . 5 mm、0 . 5 mm、0 . 8 mm と変換することで、解像度を変換した画像上でカーネルサイズは 1 × 1 × 5 画素分となり、軸の正と負の方向の画素を均等に用いて濃度値を平滑化することができる。このとき、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像の解像度を変換した画像に対して奇数倍となり、かつ元の第 1 の画像の画素サイズ以下で最も近い値となるように、第 1 の画像の画素サイズを変換してもよい。

30

40

50

【 0 1 1 5 】

本実施形態において、第 2 の画像の濃度値を近似的に信号データとみなし、その近似した信号データから平滑化画像の濃度値を算出している。この信号データから濃度値を算出する方法は、実際に第 1 の画像の濃度値を信号データから生成して画像再構成する方法と類似していることが好ましい。すなわち、第 1 の画像の再構成アルゴリズムが既知の場合、そのアルゴリズムに従って平滑化画像の濃度値を算出してもよい。

【 0 1 1 6 】

上記の例では、第 1 の画像が第 1 の画素サイズを有する場合の例を説明したが、第 2 の画像が第 1 の画素サイズを有する場合は、第 1 の画像を同様の方法で平滑化することにより第 1 の平滑化画像を取得できる。

10

【 0 1 1 7 】

なお、カーネルが示す範囲内の画素の濃度値を平滑化した値を算出する際、その範囲内のすべての画素を用いてもよいし、任意の間隔でサンプリングした画素の濃度値を平滑化してもよい。画素をサンプリングすることにより、平滑化処理を高速化することができる。

【 0 1 1 8 】

なお、本実施形態において、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズが等しい場合、あるいは、画素サイズの差異が閾値以下の場合、第 1 の画像と第 2 の画像を変換画像取得部 1 0 2 0 へと出力し、本ステップを省略してもよい。この場合、第 1 実施形態と同様の処理が実施される。

【 0 1 1 9 】

20

(S 1 2 0 2 0) (変換画像の取得)

ステップ S 1 2 0 2 0 において、変換画像取得部 1 0 2 0 は、第 1 実施形態と同様に、2 つの画像間の画素サイズが同じになるように、第 1 の画像（または第 1 の平滑化画像）の解像度を変換した第 1 の変換画像、および、第 2 の画像（または第 2 の平滑化画像）の解像度を変換した第 2 の変換画像を取得する。例えば、第 1 の画像が 2 つの画素サイズのうち大きい方の画素サイズである第 1 の画素サイズを有していて、第 2 の画像が 2 つの画素サイズのうち小さい方の画素サイズである第 2 の画素サイズを有していた場合、第 1 の画像の画素サイズを、第 2 の画素サイズとなるように解像度変換を行う。そして、生成した変換画像を、変形情報取得部 1 0 3 0 および位置取得部 1 0 5 0、比較領域設定部 1 0 6 0、組み合わせ決定部 1 0 7 0、差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。なお、変換画像取得部 1 0 2 0 は、必ず解像度変換を行わなくてもよい。

30

【 0 1 2 0 】

以上によって、画像処理装置 1 1 0 0 の処理が実施される。

【 0 1 2 1 】

本実施形態では、画素サイズが異なる画像間において、画素サイズが小さい方の画像を、大きい方の画像の画素サイズに近似するように平滑化処理を施したうえで差分算出している。そのため本実施形態によれば、第 1 の実施形態よりも、画素サイズの違いから生じるノイズが低減された差分画像をユーザが観察することができる。

【 0 1 2 2 】

なお、上記の実施例では、第 2 の画像の画素サイズが第 1 の画像より小さい場合に、第 2 の画像に平滑化処理を施していたが、第 2 の変換画像に平滑化処理を施すようにしても同様の効果を得ることができる。同様に、第 1 の画像の画素サイズが第 2 の画像より小さい場合に、第 1 の画像の代わりに第 1 の変換画像に平滑化処理を施すようにしてもよい。このとき、平滑化のカーネルサイズは、変換画像の画素サイズではなく元画像の画素サイズに基づいて決定すればよい。

40

【 0 1 2 3 】

なお、第 2 実施形態から第 5 実施形態においても、本実施形態と同様の処理を行うことができる。すなわち、画像データ取得後に第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズが小さい方の画像を画素サイズが大きい方の画像に合わせて平滑化した平滑化画像を生成し、当該平滑化画像を元画像と置き換えて以降の処理を行うことで、同様のノイズ低減効果を得る

50

ことができる。ここで、第3の実施形態においては、第2の画像の画素サイズが第1の画像より小さい場合には、第2の変形変換画像に対して平滑化処理を施した平滑化画像を生成して第2の変形変換画像に置き換えて用いるようにしてもよい。また、夫々の実施形態において、変形情報取得部1030が実施する変形情報取得処理には平滑化を施さない第1の画像と第2の画像（あるいはその変換画像）を使用し、差分算出部1080が行う差分値算出処理にのみ平滑化画像（あるいはその変換画像）を用いるようにしてもよい。

【0124】

（変形例6-1）（外部から変形情報を取得する）

本実施形態において、平滑化処理後の画像を用いて変形情報を取得したが、以前に同様の変換処理を行い変形情報を取得していた場合には、その変形処理で得られた変形情報をデータサーバ110に記憶しておき、予め得られた変形情報をデータサーバ110から取得する構成として、変形情報を取得する処理をスキップしてもよい。そして、その変形情報を用いて、第1の画像もしくは第1の変換画像と、第2の平滑化画像との間で差分画像を生成してもよい。例えば、第1実施形態の画像処理装置によって生成された差分画像を観察したユーザが、画素サイズの違いにより生じたノイズを低減する必要があると判断した場合、既に取得した変形情報を利用して、本実施形態の画像処理装置により、ノイズが低減された差分画像を生成できる。これによると、変形情報を取得する処理をスキップできるため、処理の高速化ができる。

【0125】

（変形例6-2）（画素区切りではない平滑化方法）

本実施形態において、第1の画像の画素サイズが第2の画像に対して奇数倍となるように、第2の画像の解像度を変換した画像を平滑化したが、必ずしも解像度を変換しなくてもよい。例えば、第2の画像上の平滑化対象の画素を中心に、第1の画像の画素サイズと同じ第1の領域を設定し、第1の領域に含まれる画素の濃度値と画素の体積比に応じて、平滑化処理を施してもよい。より具体的には、第1の領域内に第2の画像の画素が完全に含まれている場合、その画素の濃度値に係る重み係数を1とする。一方、第1の領域内に画素の半分しか含まれていない画素は、その濃度値に係る重み係数を0.5とする。そして、第1の領域に含まれる全画素の濃度値の重み付き平均値を濃度値とした第2の平滑化画像を取得できる。これによると、第1の画像の画素サイズが第2の画像に対して奇数倍となるように、第2の画像の解像度を変換しなくとも、同等の効果を得ることができる。

【0126】

＜第7実施形態＞

本実施形態に係る画像処理装置は、第6実施形態と同様、第1の画像と第2の画像の3次元差分画像を生成する装置である。ただし、本実施形態に係る画像処理装置は、画像間の画素サイズの大小関係を自動で判定し、画像間の画素サイズが異なる場合には、大きい方の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを取得する。これにより、第6実施形態と比較して、平滑化後の画像に対して、ノイズをより低減した差分画像を生成することを特徴とする。以下では、本実施形態に係る画像処理装置の説明をする。

【0127】

図13は、本実施形態に係る画像診断システムの構成を示す。画素サイズ判定部13010、平滑化画像取得部11010については、以下でその機能を説明する。その他の構成は、第6実施形態と機能が同じであるため、説明を省略する。

【0128】

画素サイズ判定部13010は、第1の画像と第2の画像の画素サイズの大小関係を自動で判定し、大きい方の画素サイズを第1の画素サイズとして取得する。すなわち、第1の画像と第2の画像の画素サイズが異なるか否かを判定する。平滑化画像取得部11010は、画素サイズ判定部13010の判定の結果、第2の画像の画素サイズが第1の画像の画素サイズより小さい場合には、第2の画像を平滑化した第2の平滑化画像を取得する。一方、第1の画像の画素サイズが第2の画像の画素サイズより小さい場合には、第1の画像を平滑化した第1の平滑化画像を取得する。

【 0 1 2 9 】

図 1 4 は、画像処理装置 1 3 0 0 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。ステップ S 1 4 0 2 0、S 1 4 0 3 0、S 1 4 0 5 0、S 1 4 0 7 0 から S 1 4 1 1 0 は、それぞれ第 6 実施形態のステップ S 1 2 0 2 0、S 1 2 0 3 0、S 1 2 0 5 0、S 1 2 0 7 0 から S 1 2 1 1 0 と同様の処理を行うため、説明を省略する。以下、図 1 2 のフローチャートとの相違部分についてのみ説明する。

【 0 1 3 0 】

(S 1 4 0 0 0) (データの取得)

ステップ S 1 4 0 0 0 において、データ取得部 1 0 1 0 は、画像処理装置 1 3 0 0 に入力される第 1 の画像と第 2 の画像を取得する。また、データ取得部 1 0 1 0 は、第 1 の画像および前記第 2 の画像の所定軸方向における画素サイズに関する情報を取得する。すなわち、データ取得部 1 0 1 0 は、第 1 の画像および第 2 の画像を取得する画像取得手段の一例に相当する。また、データ取得部 1 0 1 0 は、異なる時刻に撮像された第 1 の画像および第 2 の画像夫々の所定軸方向における画素サイズである第 1 の画素サイズおよび前記第 1 の画素サイズとは異なる第 2 の画素サイズを取得する画素サイズ取得手段の一例に相当する。そして、取得した第 1 の画像と第 2 の画像および第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズに関する情報を、画素サイズ判定部 1 3 0 1 0 へと出力する。また、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズに関する情報を、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 へと出力する。このとき、第 1 の画像および第 2 の画像夫々の所定軸方向における画素サイズに関する情報のみを、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 へと出力してもよい。例えば、データ取得部 1 0 1 0 は z 軸方向の画素サイズのみを比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 へと出力する。なお、本実施形態では画像処理装置 1 3 0 0 に 1 0 1 0 から 1 1 0 0 の機能が含まれている場合を示したが、これに限定されるものではない。

【 0 1 3 1 】

(S 1 4 0 0 2) (画素サイズの差異の判定)

ステップ S 1 4 0 0 2 において、画素サイズ判定部 1 3 0 1 0 は、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズが異なるか否かおよび第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズの大小関係を自動で判定する。すなわち、画素サイズ判定部 1 3 0 1 0 は、画素サイズ取得手段により取得された第 1 の画素サイズおよび第 2 の画素サイズが異なるか否かを判定する判定手段の一例に相当する。画素サイズ判定部 1 3 0 1 0 は、さらに第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズの差異が閾値より大きいかなどの判定を行う。画素サイズの差異が閾値より大きい場合、ステップ S 1 4 0 0 5 へと処理を進める。一方、閾値以下の場合、第 1 の画像と第 2 の画像を変換画像取得部 1 0 2 0 へと出力し、ステップ S 1 4 0 0 5 と S 1 4 0 1 0 の処理を省略する。この場合、第 1 実施形態と同様の処理が実施される。

【 0 1 3 2 】

例えば、x、y、z の各軸の画素サイズの少なくともいずれか一つの差異（第 1 の画素サイズと前記第 2 の画素サイズとの違いを示す値）が、閾値より大きいかなどで判定する。ここで、閾値は、第 1 の画素サイズと前記第 2 の画素サイズとの比（例えば、1 . 5 倍）として設定してもよいし、サイズの差（例えば、3 mm）として設定してもよい。また、二つの数値を比較する何れの方法を用いてもよい。なお、上記閾値を設定せずに、画素サイズに差異があるかなどを判定条件として用いてもよい。

【 0 1 3 3 】

なお、本実施形態では、第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズの差異が閾値より大きいかなどかの判定を行ったが、1 ボクセルの体積の大きさに基づいて判定してもよいし、所定軸方向の画素サイズのみに基づいて判定してもよい。例えば、一般的な CT 画像の場合、スライス面内（x、y 軸方向）の画素サイズは十分に小さく差異が小さいため、z 軸方向の画素サイズ（スライス厚）のみに基づいて画素サイズの差異の判定をしてもよい。

【 0 1 3 4 】

(S 1 4 0 0 5) (第 1 の画素サイズの取得)

ステップ S 1 4 0 0 5 において、画素サイズ判定部 1 3 0 1 0 は、データ取得部 1 0 1

0 から取得した第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズのうち、大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとして取得し、小さい方の画素サイズを第 2 の画素サイズとして取得する。そして、取得した第 1 の画素サイズを平滑化画像取得部 11010 および比較領域サイズ決定部 1040 へと出力する。

【0135】

例えば、第 1 の画像と第 2 の画像の 1 ボクセルの体積が大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとして取得する。あるいは、所定軸方向（例えば z 軸方向）において画素サイズが大きい方の画像の画素サイズを、第 1 の画素サイズとして取得してもよい。なお、一般的な CT 画像では z 軸方向は体軸方向に当たる。また、x、y、z の各軸の夫々で大きい方の画素サイズを選択して、その組み合わせを第 1 の画素サイズとしてもよい。

10

【0136】

（S14010）（平滑化画像の取得）

ステップ S14010 において、平滑化画像取得部 11010 は、ステップ S14005 で取得した第 1 の画素サイズに基づいて、第 1 の画像あるいは第 2 の画像を平滑化した平滑化画像を取得する。具体的には、第 1 の画像が第 1 の画素サイズを有する場合、ステップ S12010 と同様の処理を行う。すなわち、第 1 の画素サイズを平滑化のカーネルサイズとして、第 2 の画像の平滑化を行う。なお、x、y、z の各軸で画素サイズが大きい画像が異なる場合には、軸毎に第 1 の画像および第 2 の画像を定義し、第 2 の画像の当該軸方向に平滑化処理を施すようにしてもよい。一方、第 1 の画像が第 1 の画素サイズよりも小さな第 2 の画素サイズを有する場合、第 1 の画像を平滑化するように処理してもよい。すなわち、第 1 の画素サイズを平滑化のカーネルサイズとして、第 1 の画像の平滑化を行う。

20

【0137】

（S14040）（比較領域サイズの決定）

ステップ S14040 において、比較領域サイズ決定部 1040 は、比較領域のサイズの決定を行う。ステップ S14005 で第 1 の画素サイズを取得している場合、比較領域サイズ決定部 1040 は、第 1 の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。すなわち、比較領域サイズ決定手段は、第 1 の画素サイズが第 2 の画素サイズと異なる場合、第 1 の画像および第 2 の画像の一方の画像における注目位置の濃度値と比較される第 1 の画像および第 2 の画像のうち一方の画像とは異なる他方の画像における複数の濃度値を含む領域である比較領域の所定軸方向におけるサイズを、第 1 の画素サイズおよび第 2 の画素サイズのうち大きい方の画素サイズに基づいて決定する決定手段の一例に相当する。比較領域サイズ決定部 1040 は、決定した比較領域のサイズを比較領域設定部 1060 へと出力する。

30

【0138】

例えば、比較領域サイズ決定部 1040 は所定軸方向の比較領域のサイズのみ第 1 の画素サイズに基づいて決定する。一般的な CT 画像ではスライス内の解像度（= x、y 方向の画素サイズ）は十分である場合が多いため、x、y 方向については比較領域を第 1 の画素サイズに基づいて決定しない構成であってもよい。例えば、x、y 軸方向では第 1 の画像の注目位置の濃度値と第 2 の画像の対応位置の濃度値とのみで濃度値の比較を行う。また、x、y 軸方向の比較領域のサイズを所定の固定値（例えば、1 mm）に設定し、z 軸方向の比較領域のサイズのみを上記の方法で決定するようにしてもよい。これによると、計算を高速化できる。また、x、y 軸方向では第 1 実施形態と同様に、比較領域サイズ決定部 1040 は第 1 の画像と第 2 の画像夫々の半画素サイズの和を、比較領域のサイズとして決定してもよい。なお、比較領域サイズ決定部 1040 は x、y 軸方向では比較領域サイズ決定部 1040 は第 1 の画像の注目位置の濃度値と第 2 の画像の対応位置の濃度値との差分のみが算出されるように比較領域を 0 と決定することとしてもよい。

40

【0139】

比較領域のサイズを第 1 の画素サイズに基づいて取得する理由を以下で述べる。

【0140】

50

例えば、所定軸方向が z 軸であり、第1の画素サイズを有する第1の画像と第2の画素サイズを有する第2の画像があり、それぞれの画素サイズが $D\text{ mm}$ と $d\text{ mm}$ である場合を想定する($D = n * d$)。図15は、それぞれ異なる画素サイズを有する第1の画像と第2の画像において同じ病変を反映した画素に着目し、第1の画像の離散化位置をずらした場合に夫々のグラフの端点の座標の差がどのように変化するかを示した一例である。説明の簡略のため、 $D = 3 * d$ 、元画像の病変を直径 $d\text{ mm}$ の球体として説明するが第1の画素サイズの大きさや病変の形状、大きさは上記に限られない。なお、図15において第1の画像および第2の画像は例えば体を撮影した画像であって、所定軸方向である z 軸方向は体軸方向を示している。すなわち、 z 軸方向の画素サイズはスライス厚を示している。なお、本実施例の処理は z 軸方向の処理に限定されるものではなく x 、 y 方向の画素に対して適用することも可能である。

10

【0141】

(1) 2つの画素の離散化位置の下端が揃っている場合

図15(a)は、2つの画素の離散化位置の下端が揃っている場合の一例を模式的に示す図である。図15(a)において、縦軸は z 軸方向の位置を表している。

【0142】

まず、元画像を撮像(離散化)した第1の画像と第2の画像を取得する。このステップは、本実施形態のステップS14000に対応する。グラフ15010と15020は、元画像の病変15005を離散化し画像化した第2の画像上の画素の画素値と、第1の画像上の画素の画素値とを夫々示している。すなわち、被検体の所定部位を示す第1の画像の第1の画素の濃度値と第2の画像の第2の画素の濃度値とを示している。なお、グラフ15010は2つの画像のうち、第2の画像の画素のうち元画像の病変15005を最も反映した画素である。一方、グラフ15020は第1の画像の画素のうち元画像の病変15005を最も反映した画素である。なお、符号15005は病変に限定されるものではなく骨などの構造物であってもよい。

20

【0143】

次に、平滑化画像取得部11010が本実施形態のステップS14010に対応する平滑化処理を行う。グラフ15030は、第1の画像の画素サイズに基づいてグラフ15010の濃度値を平滑化した値を示している。具体的には第1の画像の画素サイズをカーネルサイズとして第2の画像の濃度値を平滑化した値を示している。すなわち、平滑化画像取得部11010は、第1の画素サイズおよび第2の画素サイズのうち小さい方の画素サイズの画像に対して、大きい方の画素サイズに基づくカーネルサイズで平滑化を行う平滑化手段の一例に相当する。

30

【0144】

次に、変換画像取得部1020は、本実施形態のステップS14070(第6実施形態におけるステップS12020)に対応する濃度値の補間を行う。グラフ15040と15050は、グラフ15030と15020の濃度値を夫々隣接画素と線形補間した値を示している。すなわち、グラフ15050は、第1の画像の第1の画素の濃度値と第1の画素に隣接する画素の濃度値とを補間することにより得られる第1の補間値の一例に相当する。また、グラフ15040は、第2の画像の第2の画素の濃度値を第1の画素サイズで平滑化した平滑化後の第2の画素の濃度値と平滑化後の前記第2の画素の濃度値を示す画素に隣接する画素の濃度値とを補間することにより得られる第2の補間値の一例に相当する。グラフ15040、15050における水平軸方向における高さは濃度値を示している。なお、濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることが出来る。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。このとき夫々のグラフにおける z 軸正方向の端点の座標は、グラフ15040では $(5/2) * d$ 、グラフ15050では $(3/2) * D$ となっている。

40

【0145】

この場合、前述した夫々のグラフの端点の座標の差15060は $\{(3/2) * D - (5/2) * d\} = 2 * d$ である。

50

【 0 1 4 6 】

(2) 第 1 の画像において元画像の病変 1 5 0 0 5 が中央で離散化されている場合

図 1 5 (b) は、第 1 の画像において元画像の病変が中央で離散化されている場合の一例を模式的に示す図である。図 1 5 (b) において、縦軸は z 軸方向の位置を表している。

【 0 1 4 7 】

この場合、物体が中央で離散化されているため第 1 の画像の画素のうち元画像の病変 1 5 0 0 5 を最も反映した画素であるグラフ 1 5 0 2 0 は 2 画素に連なる。

【 0 1 4 8 】

次に、図 1 5 (a) と同様にこの 2 つの画素 1 5 0 2 0 を線形補間すると、グラフ 1 5 0 5 0 における z 軸正方向の端点の座標は $\{ (1 / 2) * d + (3 / 2) * D \} = (5 / 3) * D$ となる。このとき夫々のグラフの端点の座標の差 1 5 0 6 0 は $\{ (5 / 3) * D - (5 / 2) * d \} = 2 . 5 * d$ である。

10

【 0 1 4 9 】

(3) 第 1 の画像において元画像の病変 1 5 0 0 5 が端部で離散化されている場合

図 1 5 (c) は、第 1 の画像において元画像の病変が端部 (上端部) で離散化されている場合の一例を模式的に示す図である。図 1 5 (c) において、縦軸は z 軸方向の位置を表している。なお、図 1 5 (c) では、元画像の病変 1 5 0 0 5 の接点 ($z = d$) に限りなく近い端部 $d' (< d)$ で離散化されていると仮定する。

【 0 1 5 0 】

この場合、物体が端部で離散化されているため元画像の病変 1 5 0 0 5 を反映した 2 つの画素のうち離散化区間内に病変をより多く含む画素であるグラフ 1 5 0 2 0 が、元画像の病変 1 5 0 0 5 を最も反映した画素となる。

20

【 0 1 5 1 】

次に、元画像の病変 1 5 0 0 5 を反映した 2 つの画素を線形補間する。このとき、グラフ 1 5 0 5 0 における z 軸正方向の端点の座標は $\{ d' + (3 / 2) * D \} (< \{ d + (3 / 2) * D \} = (1 1 / 6) * D)$ となっている。具体的には、第 1 の画像と第 2 の画像夫々の離散化位置のズレ分だけ値は小さくなるが、図 1 5 (c) ではその離散化位置のズレが限りなく微小である場合を想定しているため、この値は 0 に近似できる。この場合、夫々のグラフの端点の座標の差 1 5 0 6 0 は $\{ (1 1 / 6) * D - (5 / 2) * d \} = 3 * d$ である。この値は、第 1 の画素サイズと一致する。

30

【 0 1 5 2 】

(4) 2 つの画素の離散化位置の上端が揃っている場合

図 1 5 (d) は、2 つの画素の離散化位置の上端が揃っている場合の一例を模式的に示す図である。図 1 5 (d) において、縦軸は z 軸方向の位置を表している。

【 0 1 5 3 】

図 1 5 (a) と同様に処理を進めていき、グラフ 1 5 0 4 0 と 1 5 0 5 0 の端点の座標を比較すると、その差 1 5 0 6 0 は $| [\{ d - (3 / 2) * D \} - \{ - (3 / 2) * d \}] | = | - (2 * d) | = 2 * d$ である。

【 0 1 5 4 】

したがって、図 1 5 (a) ~ (d) より、元画像の病変 1 5 0 0 5 を最も反映した画素を隣接画素で線形補間した場合の端点の座標の差は $2 * d \sim 3 * d$ で推移することが分かる。よって、比較領域のサイズを $3 * d = D$ 、すなわち第 1 の画素サイズに適応的に決定することで必要最小限のサイズで、2 画像間で元画像の病変 1 5 0 0 5 を反映した濃度値を探索することができる。異なる観点からは、第 1 の補間値 (グラフ 1 5 0 5 0) における最大値以外と第 2 の補間値 (グラフ 1 5 0 4 0) における最大値以外との対応位置のズレ量に基づくサイズの比較領域を前記第 1 画像および前記第 2 画像のうち一方の画像に設定することで補間値の最大値以外の値についても対応する値を探索することが可能となる。なお、第 1 の補間値の最小値と対応する第 2 の補間値の最小値とのズレ量が最大となりこのズレ量に基づいて比較領域の大きさが決定されてもよいが、第 1 の補間値の最大および最小以外の値と対応する第 2 の補間値の最大および最小以外の値とのズレ量に基づいて

40

50

比較領域の大きさが決定されることとしてもよい。

【 0 1 5 5 】

なお、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、比較領域の大きさは第 1 の画素サイズ（大きい方の画素サイズ）に所定の係数を乗算することで比較領域のサイズを決定することとしてもよい。なお当該所定の係数は 0 . 5 であってもよいし、他の値であってもよい。なお、本実施形態において所定の係数を 0 . 5 としたのは第 1 の補間値と第 2 の補間値との離れ具合はランダムであり上記のような様々なケースがランダムに出現するためである。

【 0 1 5 6 】

ステップ S 1 4 0 0 2 , 1 4 0 0 5 , 1 4 0 1 0 の処理からわかるように、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、第 1 の画素サイズと第 2 の画素サイズとの違いを示す値が閾値以上である場合、所定軸方向の比較領域のサイズを大きい方の画素サイズに基づいて決定する。

10

【 0 1 5 7 】

一方、ステップ S 1 4 0 0 5 で第 1 の画素サイズを取得していない場合、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、第 6 の実施形態と同様に、例えば第 1 の画像と第 2 の画像の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。具体的には、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は第 1 の画像の画素サイズの半分と第 2 の画像の画素サイズの半分との和を比較領域のサイズと決定する。すなわち、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、第 1 の画素サイズと第 2 の画素サイズとの違いを示す値が閾値未満である場合、所定軸方向の比較領域のサイズを第 1 の画素サイズおよび第 2 の画素サイズに基づいて決定する。

20

【 0 1 5 8 】

なお、ステップ S 1 4 0 0 5 で第 1 の画素サイズを取得していない場合、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は第 1 の画像の注目位置の濃度値と第 2 の画像の対応位置の濃度値との差分のみが算出されるように比較領域を 0 と決定することとしてもよい。そして、決定した比較領域のサイズを比較領域設定部 1 0 6 0 へと出力する。なお、上記の実施形態と同様に、なお、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 は、比較領域の大きさは第 1 の画素サイズ（大きい方の画素サイズ）に所定の係数を乗算することで比較領域のサイズを決定することとしてもよい。なお当該所定の係数は 0 . 5 であってもよいし、他の値であってもよい。なお、本実施形態において所定の係数を 0 . 5 としたのは第 1 の補間値と第 2 の補間値との離れ具合はランダムであり上記のような様々なケースがランダムに出現するためである。また、S 1 4 0 0 2 で 2 つの画素サイズの差異が閾値より大きいと判定された場合、このステップ S 1 4 0 4 0 は、この処理手順に限定されず、S 1 4 0 3 0、S 1 4 0 2 0、S 1 4 0 1 0 のいずれかの前に行われてもよい。

30

【 0 1 5 9 】

(S 1 4 0 6 0) (比較領域の設定)

ステップ S 1 4 0 6 0 において、比較領域設定部 1 0 6 0 は、ステップ 1 4 0 4 0 で決定した比較領域のサイズからなる比較領域を、第 2 の画像上の対応位置を基準に設定する。例えば、平滑化画像上の対応位置を基準に比較領域が設定される。なお、比較領域が設定される領域は第 2 の画像に限定されるものではない。例えば第 2 の画像上に注目位置を設定した場合、注目位置に対応する第 1 の画像上の対応位置を基準に第 1 の画像上に比較領域が設定されてもよい。比較領域設定部 1 0 6 0 は、他方の画像上の対応位置を基準に、他方の画像に対して比較領域を設定する設定手段の一例に相当する。例えば、比較領域設定部 1 0 6 0 は、第 2 の画像上の対応位置を中心とした周囲に設定する。すなわち、比較領域設定部 1 0 6 0 は、他方の画像上の対応位置を中心に決定手段により決定されたサイズの比較領域を設定する。このとき、x、y、z の 3 次元の軸方向のうち、少なくとも 1 つの軸方向について、対応位置から第 1 の画素サイズ分離れた位置を超えないように比較領域を設定してもよい。すなわち、n 次元の画像において、比較領域設定部 1 0 6 0 は、n 次元の軸方向のうち少なくとも 1 つの方向において、比較領域が他方の画像上の対応位置から大きい方の画素サイズ分離れた位置を超えないように比較領域を設定する。

40

【 0 1 6 0 】

50

例えば、第2の画像上の対応位置の周囲に矩型の比較領域を設定する場合を考える。まず、対応位置の座標が $(x, y, z) = (1, 1, 1)$ で、比較領域のサイズ $D = 4$ だったとする。このとき比較領域の中心を $(x, y, z) = (1, 1, 2)$ と設定すると、矩型の比較領域のある端点の座標は $(x, y, z) = (1 + 4, 1 + 4, 2 + 4) = (5, 5, 6)$ となる。これは z 方向については、対応位置から第1の画素サイズ分離れた位置($z = 5$)を超えているが、 x, y 方向については対応位置から第1の画素サイズ分離れた位置($x = 5, y = 5$)を超えていないため上記の少なくとも1つの軸方向について、対応位置から第1の画素サイズ分離れた位置を超えないような比較領域に該当する。また、3次元の軸方向の全ての軸方向について対応位置から第1の画素サイズ分離れた位置を超えないように比較領域を設定してもよい。そして、設定した比較領域の情報を差分算出部1080へと出力する。

10

【0161】

本実施形態において、第1の画素サイズと同じサイズのカーネルを使用して第2の画像の平滑化処理を実行した場合、第2の画像を平滑化した平滑化画像は、第1の画像と同様に第1の画素サイズと同じサイズの領域で離散化された画像とみなすことができる。すなわち、平滑化画像と第1の画像間において、最大で第1の画素サイズの半画素サイズ分だけ離散化位置がずれるため、比較領域のサイズを大画素サイズ(=第1の画素サイズの半画素サイズ+第1の画素サイズの半画素サイズ)とすることで、平滑化画像と第1の画像の間で離散化位置のずれにより生じたノイズを低減できる。

【0162】

20

なお、所定軸方向とは異なる軸方向である x, y 方向における比較領域のサイズは所定値とすることができる。例えば、具体的には、比較領域サイズ決定部1040は x, y 方向における比較領域のサイズを、対応する方向における第1の画像の画素サイズの半分と第2の画像の画素サイズの半分との和を比較領域のサイズと決定することとしてもよいし、予め決められた定数であってもよい。また、所定軸方向とは異なる軸方向である x, y 方向においては注目位置の濃度値と対応位置の濃度値のみが比較されるように比較領域のサイズを0としてもよい。

【0163】

(S14070)(組み合わせの決定)

ステップS14070において組み合わせ決定部1070は、比較処理(差分の算出)を行う対象となる濃度値の組み合わせを決定する。まず、組み合わせ決定部1070は、ステップS14050で取得した第1の変換画像上の注目位置の濃度値と第2の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とを補間する。なお、濃度値の補間には、公知の画像処理手法を用いることができる。例えば、最近傍補間や線形補間、キュービック補間などを利用できる。また、第2の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値は、必ずしも補間する必要はない。第1の変換画像上の注目位置の濃度値が、第2の変換画像上の比較領域内の全ての画素の濃度値と差分を算出されるように、濃度値の組み合わせを決定してもよいし、比較領域内に含まれる画素の中から少なくとも一つの画素をサンプリングし、その画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを差分の算出対象となる組み合わせとしてもよい。例えば、組み合わせ決定部1070は、比較領域内に含まれる画素の中から最大の濃度値と最小の濃度値をサンプリングする。そして、比較領域内に含まれる最大の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせと、比較領域内に含まれる最小の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせとを差分の算出対象となる組み合わせとして決定する。なお、サンプリングする濃度値は最大および最小に限定されるものではなく3以上の値をサンプリングしてもよいし、最大濃度値または最小濃度値など1の値をサンプリングすることとしてもよい。あるいは、比較領域内の最大濃度値と最小濃度値を両端(上限値と下限値)とする濃度レンジを取得し、注目位置の濃度値と比較領域内の濃度レンジを差分の算出対象の組み合わせとして取得してもよい。なお、比較領域内の濃度レンジは、濃度値の最大値と最小値以外であってもよい。例えば、濃度値の外れ値を除去した後の最大値と最小値でもよい。

30

40

50

【 0 1 6 4 】

組み合わせ決定部 1 0 7 0 は、決定した差分の算出対象となる濃度値の組み合わせを示す情報を差分算出部 1 0 8 0 へと出力する。差分算出部 1 0 8 0 は、例えば上述のごとく一方の画像上の注目位置の濃度値と他方の画像上の比較領域内の複数位置の濃度値との差分を算出する。組み合わせ決定部 1 0 7 0 が出力する濃度値の組み合わせを示す情報は、第 1 の変換画像上の注目位置の濃度値と第 2 の変換画像上の比較領域内の画素の濃度値とのすべての組み合わせを示す情報でもよいし、比較領域内に含まれる画素の中からサンプリングされた画素の濃度値と注目位置の濃度値との組み合わせを示す情報のみを出力してもよい。

【 0 1 6 5 】

以上によって、画像処理装置 1 3 0 0 の処理が実施される。

【 0 1 6 6 】

本実施形態では、画素サイズが異なる画像間において、自動的に画素サイズの大小関係を判定し、画素サイズが小さい方の画像を大きい方の画像と近似するように平滑化処理を施し、平滑化画像を取得する。これにより、平滑化画像と第 1 の画像のいずれも第 1 の画素サイズと同じサイズの領域で離散化されているとみなすことができる。そして、離散化の領域のサイズ（第 1 の画素サイズ）に基づく値を比較領域のサイズとして用いることで、第 6 の実施形態よりも、画素サイズの違いから生じるノイズが低減された差分画像をユーザが観察できる。すなわち、よりノイズを低減することができる比較領域のサイズを適応的に決定することができる。また、本実施形態によれば、2 つの画像それぞれの画素サイズの半分の和よりも大きい第 1 の画素サイズに基づいて比較領域のサイズが決定されているため、所定の物体を示す信号のうち比較的弱い信号でもノイズとして画像化されにくくなる。

【 0 1 6 7 】

< 第 8 実施形態 >

前述の実施形態では、一つの画像処理装置において、異なる時刻に撮影された 2 つの画像を取得し、差分画像を生成するまでの一連の処理を行った。しかし、比較領域サイズ決定部 1 0 4 0 が別体の画像処理装置に備えられている場合にも本明細書に示す画像処理は実施される。この場合の 2 つの画像処理装置夫々が備える構成要素を図 1 6 に示す。画像取得部 1 6 0 1 0、画素サイズ判定部 1 6 0 2 0、画素サイズ判定部 1 6 0 3 0 および画素サイズ判定部 1 6 0 3 0' については、以下でその機能を説明する。その他の構成は、説明を省略する。

【 0 1 6 8 】

画像取得部 1 6 0 1 0 はデータサーバ 1 1 0 から画像処理装置 1 6 1 0 に入力される第 1 の画像と第 2 の画像を取得する。

【 0 1 6 9 】

画素サイズ取得部 1 6 0 2 0 はデータサーバ 1 1 0 から画像処理装置 1 6 2 0 に入力される第 1 の画素サイズと第 2 の画素サイズを取得する。このとき第 1 の画像と第 2 の画像そのものは取得しなくてもよい。

【 0 1 7 0 】

画素サイズ判定部 1 6 0 3 0 は画像取得部 1 6 0 1 0 から入力される第 1 の画像と第 2 の画像から夫々の画素サイズの大小を判定し、大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとする。

【 0 1 7 1 】

画素サイズ判定部 1 6 0 3 0' は画素サイズ取得部 1 6 0 2 0 から入力される 2 つの画素サイズの大小を判定し、大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとする。このとき 2 つの装置間で画素サイズ判定部 1 6 0 3 0' のみが画素サイズの大小を判定し、判定結果を別体の画像処理装置 1 6 2 0 に送信してもよいし、画素サイズ判定部 1 6 0 3 0' のみが画素サイズの大小を判定し、判定結果を別体の画像処理装置 1 6 1 0 に送信してもよい。

【 0 1 7 2 】

図 17 は、画像処理装置 1620 が行う全体の処理手順のフローチャートを示している。

【0173】

以下、それぞれの処理を説明する。

【0174】

(S17000) (データの取得)

ステップ S17000 において、画素サイズ取得部 16020 は、画像処理装置 1620 に入力される第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズに関する情報を、画素サイズ判定部 16030 ' へと出力する。

【0175】

(S17100) (画素サイズの大小を判定)

ステップ S17100 において、画素サイズ判定部 16030 ' は、画素サイズ取得部 16020 から取得した第 1 の画像の画素サイズと第 2 の画像の画素サイズのうち、大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとして取得し、小さい方の画素サイズを第 2 の画素サイズとして取得する。そして、取得した第 1 の画素サイズを比較領域サイズ決定部 16040 へと出力する。

【0176】

例えば、第 1 の画像と第 2 の画像の 1 ボクセルの体積が大きい方の画素サイズを第 1 の画素サイズとして取得する。あるいは、所定軸方向 (例えば z 軸方向) において画素サイズが大きい方の画像の画素サイズを、第 1 の画素サイズとして取得してもよい。なお、一般的な CT 画像では z 軸方向は体軸方向に当たる。また、x、y、z の各軸の夫々で大きい方の画素サイズを選択して、その組み合わせを第 1 の画素サイズとしてもよい。

【0177】

(S17200) (比較領域のサイズ決定)

ステップ S17200 において、比較領域サイズ決定部 16040 は、比較領域のサイズの決定を行う。ステップ S17200 で第 1 の画素サイズを取得している場合、比較領域サイズ決定部 16040 は、第 1 の画素サイズに基づいて比較領域のサイズを決定する。

【0178】

そして、画像処理装置 1610 の比較領域設定部 1060 に出力する。

【0179】

< 第 9 実施形態 >

前述の実施形態では差分算出部 1080 および差分画像生成部 1090 により差分画像を生成する場合について言及してきたが、本発明に係る画像処理装置が生成する画像は、異なる時刻に撮影された 2 つの画像間の違いを示す画像であれば差分画像に限定されない。例えば、画像処理装置は、2 つの画像間の濃度値の比を算出し、その比に基づいて 2 つの画像間の濃度値の比 (除算結果) を示す画像を生成することとしてもよい。この場合変化がない部分は比が 1 となり変化がある部分は比が 1 以外の値となるため、上述の差分画像と同様に経時的な変化を画像化することができる。なお、濃度値の比を示す画像を生成する場合には差分算出部 1080 および差分画像生成部 1090 に替えて比を算出する比算出部および比を示す画像を生成する画像生成部を設ければよい。ここで、複数の濃度値の差分を算出することおよび複数の濃度値の比を算出することはいずれも複数の濃度値の比較を行うことであるといえるため、差分算出部 1080 および比算出部は比較部と総称することができる。すなわち、差分算出部 1080 または比算出部は、一方の画像上の注目位置の濃度値と、他方の画像上の比較領域内の複数位置の濃度値とを比較する比較手段の一例に相当する。

【0180】

< その他の実施形態 >

以上、実施形態例を詳述したが、本発明は例えば、システム、装置、方法、プログラム若しくは記録媒体 (記憶媒体) 等としての実施態様をとることが可能である。具体的には、複数の機器 (例えば、ホストコンピュータ、インタフェース機器、撮像装置、Web アプリケーション等) から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器から

10

20

30

40

50

なる装置に適用しても良い。

【 0 1 8 1 】

また、本発明の目的は、以下のようにすることによって達成されることはいうまでもない。即ち、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコード（コンピュータプログラム）を記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給する。係る記憶媒体は言うまでもなく、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。そして、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行する。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。なお、上記の実施例における画像処理装置が備える各機能は、画像処理装置が備える少なくとも1つのプロセッサが少なくとも1つのメモリに格納されたプログラムを実行することで実現される。プロセッサの種類は問わず、複数種類のプロセッサを用いることとしてもよい。

10

【 0 1 8 2 】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 0 1 8 3 】

また、上述した複数の実施形態のうち任意の実施形態を組み合わせてもよい。

【 符号の説明 】

20

【 0 1 8 4 】

1 0 1 0 データ取得部

1 0 4 0 比較領域サイズ決定部

1 3 0 1 0 画素サイズ判定部

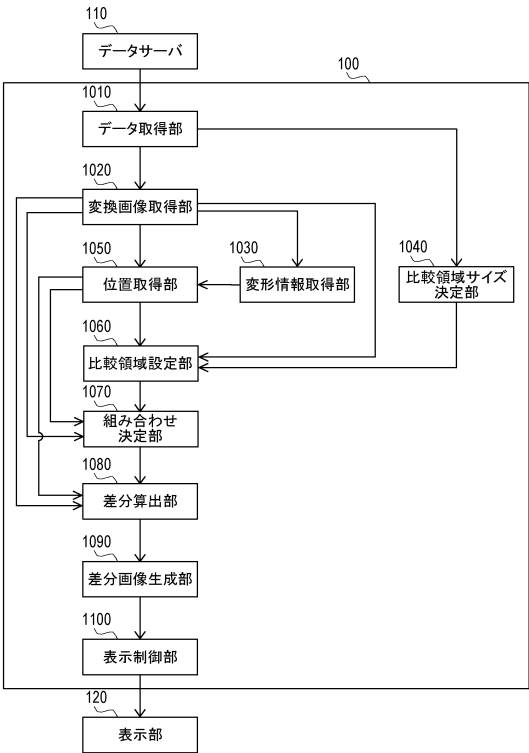
30

40

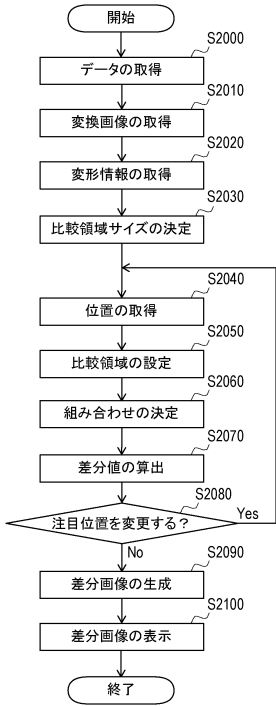
50

【図面】

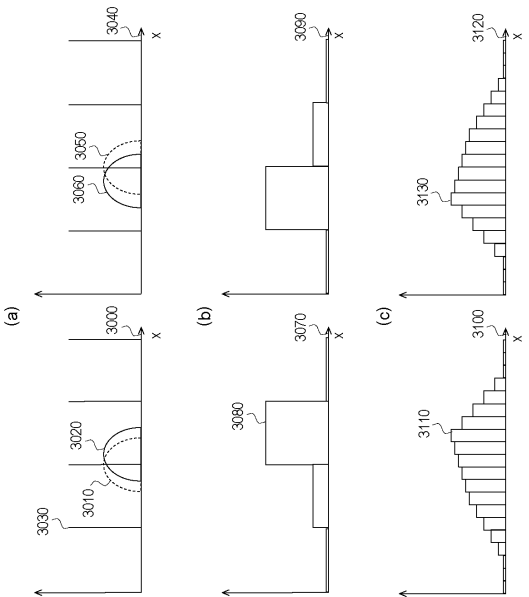
【図 1】



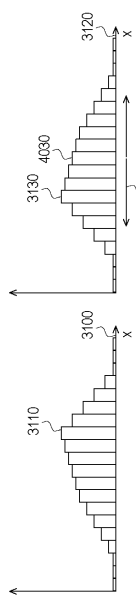
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

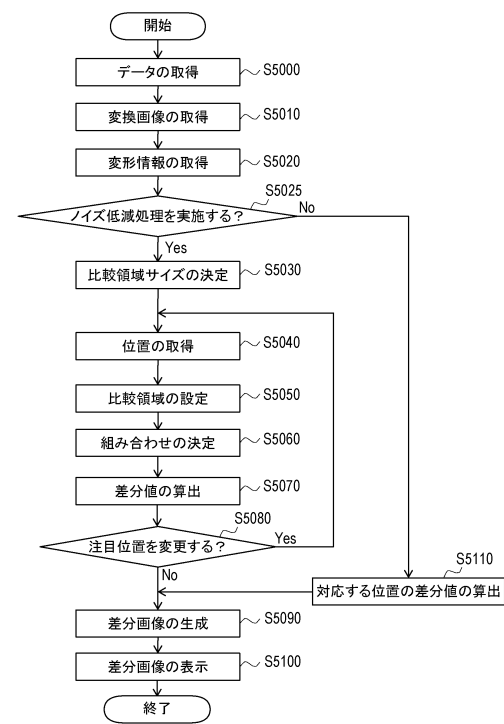
20

30

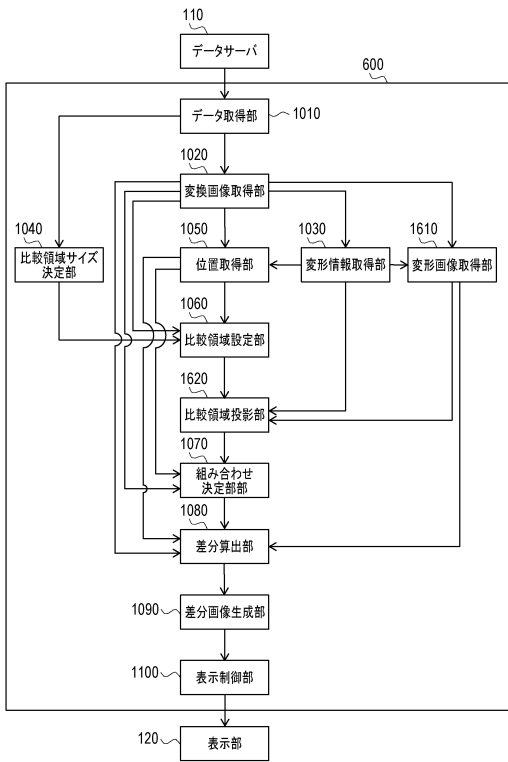
40

50

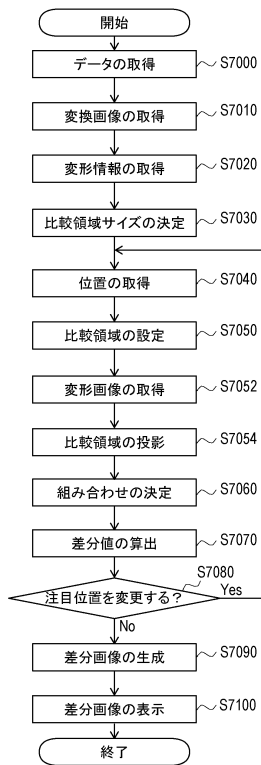
【図 5】



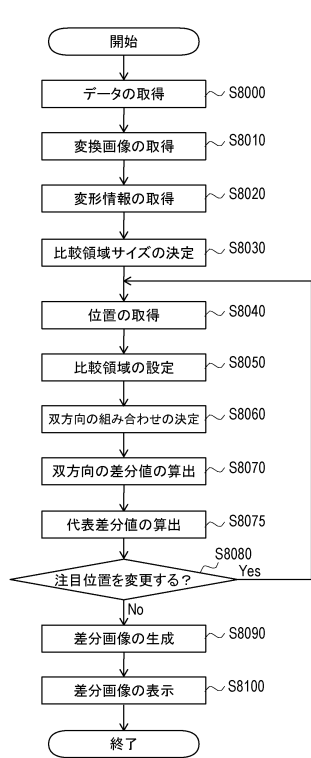
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

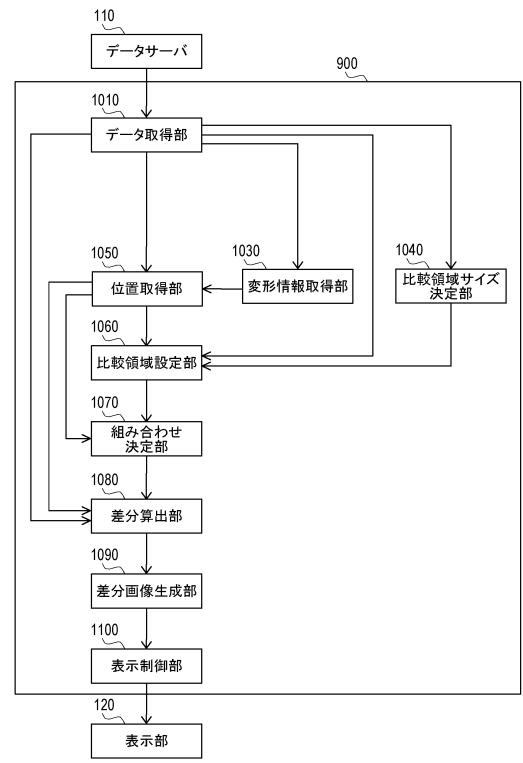
20

30

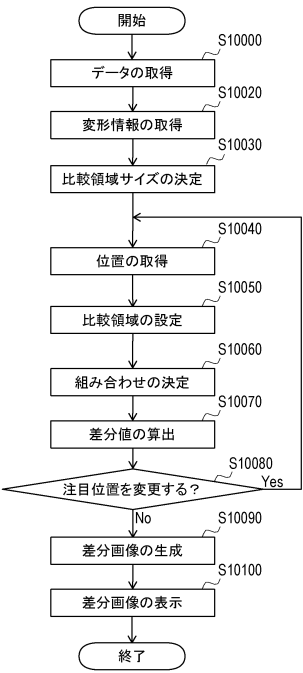
40

50

【図 9】



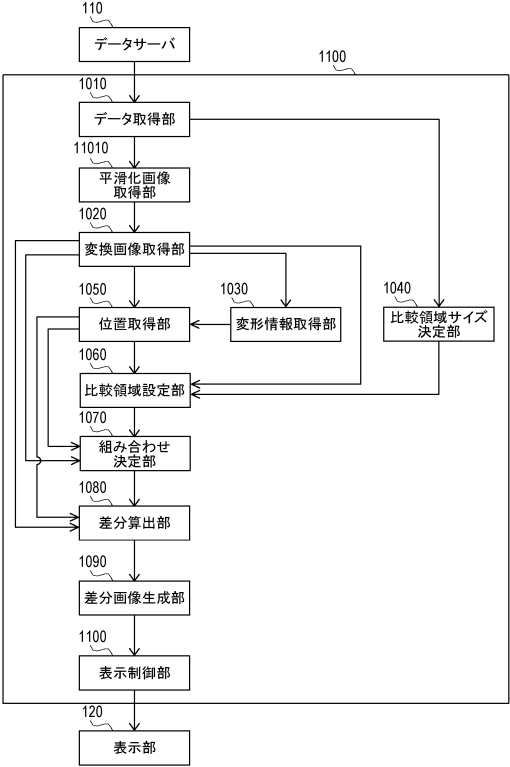
【図 10】



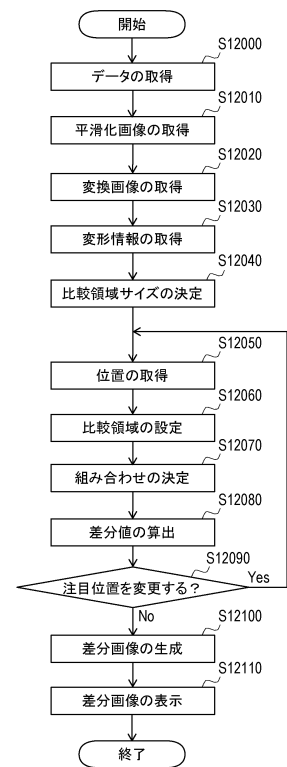
10

20

【図 11】



【図 12】

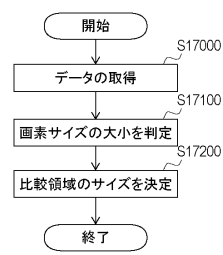


30

40

50

【図 17】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 6 V

10/30 (2022.01)

G 0 6 V

10/34 (2022.01)

F I

G 0 6 T

7/60

1 5 0 Z

G 0 6 V

10/30

G 0 6 V

10/34

ヤノン株式会社内

(72)発明者 佐藤 清秀

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 石川 亮

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

審査官 鈴木 圭一郎

(56)参考文献 特開2017-151544(JP,A)

特開2006-011685(JP,A)

特開2007-282906(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 6 T

5 / 5 0

A 6 1 B

6 / 0 3

G 0 6 T

1 / 0 0

G 0 6 T

5 / 7 0

G 0 6 T

7 / 0 0

G 0 6 T

7 / 6 0

G 0 6 V

1 0 / 3 0

G 0 6 V

1 0 / 3 4