

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6958790号
(P6958790)

(45) 発行日 令和3年11月2日 (2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月11日 (2021.10.11)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 5 0 A
	A 6 1 B 6/00 3 5 0 P
	G 0 6 T 1/00 2 9 0 A

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-75004 (P2019-75004)	(73) 特許権者	310023623
(22) 出願日	平成31年4月10日 (2019.4.10)		株式会社ネットカムシステムズ
(65) 公開番号	特開2019-181204 (P2019-181204A)		東京都千代田区外神田3丁目10-3 プ
(43) 公開日	令和1年10月24日 (2019.10.24)		ライム秋葉原ビル
審査請求日	令和2年2月12日 (2020.2.12)	(74) 代理人	100119585
(31) 優先権主張番号	特願2018-76438 (P2018-76438)		弁理士 東田 潔
(32) 優先日	平成30年4月11日 (2018.4.11)	(72) 発明者	鎌田 英紀
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		北海道札幌市東区東苗穂5条1丁目9-1
		(72) 発明者	後藤 剛
			北海道札幌市東区東苗穂5条1丁目9-1
		(72) 発明者	長岡 秀行
			大阪府大阪市淀川区宮原5丁目1-18
			新大阪サンアールセンタービル 株式会社
			ネットカムシステムズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モニタと、

X線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の2次元のX線画像を前記モニタの画面に表示する画像表示手段と、

前記画像表示手段により前記X線画像が表示された前記モニタの前記画面に、予め想定した病変部を検出するために設定した最小サイズ、及び、特定の形状を有する模擬領域を、前記画面に表示される前記乳房の輝度画像に移動可能に設定する模擬領域設定手段と、

前記画面上で前記模擬領域を形成する複数の画素を特定する画素特定手段と、

前記画素特定手段により特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の内部に描出される前記乳房の構造物の陰影と当該模擬領域の前記原輝度とに基づいて当該陰影の少なくとも形状、濃淡、又は広がりの状態を目視で判定可能に特徴付ける所定の処理を施した輝度とを合成する輝度合成手段と、

前記輝度合成手段により合成された輝度を有する前記模擬領域を前記モニタに表示されている画面を重畳して表示する重畳表示手段と、

を備えたことを特徴とするマンモグラフィ読影装置。

【請求項 2】

前記輝度合成手段は、

前記少なくとも一部の複数の画素の前記原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素の

10

20

当該原輝度を前記所定の処理で処理した輝度とを画素毎に合成することにより前記輝度の合成を行うように構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 3】

前記所定の処理は、予め用意された複数種の処理法から成り、

前記輝度合成手段は、前記複数種の処理法それぞれに応じた複数の輝度合成モードで稼働可能に構成され、

前記読影装置は、

前記複数の輝度合成モードをユーザが任意に選択可能な選択手段と、

前記選択手段により任意の輝度合成モードが選択されたときに、前記ユーザは前記選択された輝度合成モードに応じた前記模擬領域を前記画面上で任意の位置に移動可能な領域移動手段と、を備え、

前記重畳表示手段は、前記領域移動手段により移動される前記模擬領域を前記 X 線画像と共に前記モニタに更新表示するように構成された、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 4】

前記複数種の処理法は、

前記模擬領域の辺縁の複数の画素のみの原輝度を、当該模擬領域の辺縁を示す輝度で置換する第 1 の輝度合成パターンに基づく処理法と、

前記模擬領域の内部の前記各画素の原輝度を、当該原輝度をアルファ値として採用して原輝度と与えられた特定値とをアルファブレンドする第 2 の輝度合成パターンに基づく処理法と、

前記模擬領域の内部の前記各画素の原輝度を所定の閾値による弁別結果に基づいて前記合成のための処理を切り換える第 3 の輝度合成パターンに基づく処理法と、を少なくとも有する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 5】

前記模擬領域は、オペレータが前記 X 線画像上で病変の見過しを防止するために設定した前記特定の形状及び前記最小サイズに設定されている、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 6】

前記模擬領域設定手段は、前記模擬領域を前記モニタの画面上に初期表示する初期表示設定手段と、

前記模擬領域を前記画面上で移動させる模擬領域移動手段と、を備える、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 7】

前記模擬領域設定手段は、前記モニタの画面上に表示する前記模擬領域の前記最小サイズ及び前記特定の形状のうちの少なくとも一方を変更可能な指示を行うための領域変更手段を備える、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 8】

前記画像表示手段は、前記 X 線マンモグラフィ装置により左右の前記乳房を撮影して収集された 2 つ X 線画像を前記モニタの画面に左右対称に又は同方向に並置して表示するように構成され、

前記模擬領域設定手段は、前記モニタの画面に表示されている前記 2 つ X 線画像それぞれに、前記模擬領域を、前記左右対称の又は前記同方向における同一の位置関係を持つ初期位置に設定するように構成され、

前記重畳表示手段は、前記 2 つ X 線画像において、前記画像毎に前記輝度合成手段により輝度合成された 2 つの前記模擬領域を互いに、前記左右対称の又は前記同方向における

10

20

30

40

50

同一の位置関係を保持しながら連動して表示させるように構成された、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載のマンモグラフィ読影装置。

【請求項 9】

X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像をモニタの画面に表示し、

前記 X 線画像が表示された前記モニタの前記画面に、予め想定した病変部を検出するために設定した最小サイズ、及び、特定の形状を有する模擬領域を、前記画面に表示される前記乳房の輝度画像に移動可能に設定し、

前記模擬領域を形成する複数の画素を特定し、

前記特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の内部に描出される前記乳房の構造物の陰影と当該模擬領域の前記原輝度とに基づいて当該陰影の少なくとも形状、濃淡、又は広がりの状態を目視で判定可能に特徴付ける処理を施した輝度とを合成し、

前記合成された輝度を有する前記模擬領域を前記モニタに表示されている画面を重畳して表示する、

ことを特徴とするマンモグラフィ読影方法。

【請求項 10】

前記模擬領域は、オペレータが前記 X 線画像上で病変の見過しを防止するために設定した前記特定の形状及び前記最小サイズに設定されている、

ことを特徴とする請求項 9 に記載のマンモグラフィ読影方法。

【請求項 11】

X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像をモニタの画面に表示するとともに、入力器からの入力情報を当該画面表示に与えることができる、コンピュータを備えたマンモグラフィ読影装置に適用され、前記コンピュータにより読み込み可能で且つ実行可能なマンモグラフィ読影用のプログラムを予め記録可能な記録媒体であって、

前記記録媒体に記録された前記プログラムを前記コンピュータが読み出して実行することにより当該コンピュータは：

前記 X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像を前記モニタの画面に表示する画像表示手段と、

前記画像表示手段により前記 X 線画像が表示された前記モニタの前記画面に、予め想定した病変部を検出するために設定した最小サイズ、及び、特定の形状を有する模擬領域を、前記画面に表示される前記乳房の輝度画像に移動可能に設定する模擬領域設定手段と、

前記画面上で前記模擬領域を形成する複数の画素を特定する画素特定手段と、

前記画素特定手段により特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の内部に描出される前記乳房の構造物の陰影と当該模擬領域の前記原輝度とに基づいて当該陰影の少なくとも形状、濃淡、又は広がりの状態を目視で判定可能に特徴付ける処理を施した輝度とを合成する輝度合成手段と、

前記輝度合成手段により合成された輝度を有する前記模擬領域を前記モニタに表示されている画面を重畳して表示する重畳表示手段と、

を機能的に提供することを特徴とする記録媒体。

【請求項 12】

X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像をモニタの画面に表示するとともに、入力情報を当該画面表示に与えることができるコンピュータにより読み出して実行可能な、記録媒体の事前に記録されるマンモグラフィ読影用のプログラムにおいて、

前記コンピュータが前記記録媒体から前記プログラムを読み出して実行することにより当該コンピュータは：

前記 X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像をモニタ

10

20

30

40

50

の画面に表示する画像表示手段と、

前記画像表示手段により前記X線画像が表示された前記モニタの前記画面に、
予め想定した病変部を検出するために設定した最小サイズ、及び、特定の形状を有する模
擬領域を、前記画面に表示される前記乳房の輝度画像に移動可能に設定する模擬領域設定
手段と、

前記画面上で前記模擬領域を形成する複数の画素を特定する画素特定手段と、

前記画素特定手段により特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と
、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の内部に描出される前記乳房の構造
物の陰影と当該模擬領域の前記原輝度とに基づいて当該陰影の少なくとも形状、濃淡、又
は広がりの状態を目視で判定可能に特徴付ける処理を施した輝度とを合成する輝度合成手
段と、

10

前記輝度合成手段により合成された輝度を有する前記模擬領域を前記モニタに表示され
ている画面に重畳して表示する重畳表示手段と、

を機能的に提供することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線マンモグラフィによって収集された乳房のマンモグラフィ画像を読影す
るための表示器と入力器とを備えたワークステーションに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年富に、X線マンモグラフィによる乳がん検診の重要性が増している。それは、日本
のみならず、世界的にも乳癌罹患率および死亡数は増加傾向にあり、女性の30歳から64歳
では乳がんが死亡原因のトップとなっているからである。

【0003】

この中で、欧米では乳がんの罹患率は増加しているが死亡率は減少してきており、これ
はマンモグラフィによる乳がん検診の導入と60～80%という高い検診率による乳がんの早
期発見が寄与していると考えられている。一方、日本では国が定期的な検診受診を推奨し
ているものの、乳がん検診受診率は低く、年々死亡率は増加傾向にある。

30

【0004】

日本人は欧米人に比べて高濃度乳腺の割合が高く、近年のマンモグラフィによる乳がん
検診の普及に伴い、高濃度乳腺の問題、即ち、病変が高濃度乳腺に隠れてしまい、腫瘍病
変の発見し難くなるという問題がクローズアップされている。つまり、マンモグラフィで
は乳腺の構成(脂肪性、乳腺散在、不均一高濃度、きわめて高濃度)により病変が正常乳腺
に隠されてしまう危険性が異なり、特に石灰化病変に比べ腫瘍病変はその危険性が高くな
る。

【0005】

近年ではトモシンセシスに対応した撮影装置が登場し、乳腺の重なりが少ない断層画像
が得られるようになり、より精度が高く正常乳腺なのかどうかの判定が可能となっている
。しかしながら、トモシンセシス対応の装置は高価な上に、撮影時間や被ばく量の増加な
ど患者への負担も増え、さらに生成される断層画像の枚数が多く読影医への読影作業の負
担も高い。

40

【0006】

このような状況において、マンモグラフィ画像の読影作業の効率化を図ることを目的と
して、特許文献1に記載の医用画像表示装置及びマンモグラフィ装置が提案されている。
この特許文献1の医用画像表示装置は、マンモグラフィ装置に一体に装備されている。こ
れにより、マンモグラフィ装置は、断層画像ごとの断層位置と乳腺量との対応関係を表す
グラフ情報を表示し、表示された断層画像の断層位置を表すグラフマーカGMをグラフ情
報G1に重畳表示する。このため、読影医等の画像参照者は、グラフマーカGMが表示さ

50

れた位置を視認して、表示された断層画像の乳腺量を容易に把握しながら読影を行うことができる。これにより、読影効率の向上を図らんとするものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2017-047080

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述した特許文献1に記載の医用画像表示装置では、表示された断層画像の断層位置を表すグラフマーカGMをグラフ情報G1に重畳表示するものの、読影医が、乳腺の影に腫瘍や腫瘍等の病変が紛れ込んでいないか、または隠れていないかという観点からマンモグラフィ画像を1枚ごとに目視観察する読影の効率化及び容易化には何ら関与しない。

【0009】

勿論、ここで言う「読影の効率化及び容易化」とは、単に読影作業の短時間化を図るだけではなく、より小さいサイズの病変まで確実に読影して診断精度の向上に繋げることを言う。このため、「少なくともこれ以上のサイズの病変」を見逃さないようにするためのマーキングの仕組みも併せ持つことが望まれる。このため、より高い読影精度を確保可能な仕組みを持つと共に、読影作業のスループットを上げて読影医の読影作業の労力負担を軽減することが望まれる。

【0010】

そこで、本発明は、上述した従来のマンモグラフィ画像の読影作業が抱える状況に鑑みて、より高い読影精度を確保することができ、且つ、読影医にとっても読影作業のスループットを上げることができると共に読影作業の労力負担を軽減することができるマンモグラフィ用の読影装置及び読影方法を提供する、ことをその目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明に係るマンモグラフィ読影装置は、
モニタと、

X線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の2次元のX線画像を前記モニタの画面に表示する画像表示手段と、

前記画像表示手段により前記X線画像が表示された前記モニタの前記画面に、特定の形状及びサイズを有し且つ想定した病変部を模擬的に示す模擬領域を当該画面上で移動可能な状態で設定し表示する模擬領域設定表示手段と、

前記画面上で前記模擬領域を形成する複数の画素を特定する画素特定手段と、

前記画素特定手段により特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の広がりの特徴付ける処理を施して得た輝度とを合成する輝度合成手段と、

前記輝度合成手段により合成された輝度を有する前記模擬領域を、前記X線画像に重畳して表示可能なように前記モニタの前記画面に表示する重畳表示手段と、
を備えたことを特徴とする。

【0012】

このように、病変を模した模擬領域が乳房のX線画像に、その模擬領域の広がりを特徴付けた輝度で重畳表示可能になる。このため、ユーザ（読影医など）は、そのように重畳表示された模擬領域を関心ある部位まで移動させることで、その部位において、模擬領域の広がり、即ち、腫瘍等の病変の見逃したくないサイズ（広がり）と乳腺組織の関心部位の広がりとを比較して観察してみることができる。具体的には、病変が乳腺組織の一部の関心部位に隠れてしまっていないか、物差しを当てたのと同等の状態を画像上で容易に且つ迅速に得られる。このため、マンモグラフィ画像の読影をより精度良くかつ迅速に行う

10

20

30

40

50

ことができ、読影スループット向上に貢献でき、また読影者の読影作業の労力軽減にも寄与可能になる。

【 0 0 1 3 】

好適な一例として、前記模擬領域は、オペレータが前記 X 線画像上で病変の見過しを防止するように予め設定された所望サイズに設定されている。

【 0 0 1 4 】

また、別の好適な一例として、前記模擬領域設定手段は、前記モニタの画面上に表示する前記模擬領域のサイズ及び形状のうちの少なくとも一方を変更可能な領域変更手段を備える。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係るマンモグラフィ読影方法は、X 線マンモグラフィ装置により撮影された人体の乳房の 2 次元の X 線画像をモニタの画面に表示し、前記 X 線画像が表示された前記モニタの前記画面に、特定の形状を有し且つ想定した病変部の大きさ（及び広がり）を模擬的に示す模擬領域を、当該 X 線画像を探索するために当該画面上で移動可能なように設定して表示し、前記模擬領域を形成する複数の画素を特定し、前記特定された前記複数の画素の少なくとも一部の複数の原輝度と、当該少なくとも一部の複数の画素に、前記模擬領域の広がりを特徴付ける処理を施して得た輝度とを合成し、前記合成された輝度を有する前記模擬領域を、前記 X 線画像に重畳して表示可能なように前記モニタの前記画面に表示する、

20

ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

この読影方法によっても、上述した読影装置が提供できる作用効果と同等の作用効果を発揮することができる。

なお、上述したマンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法に係る特徴を機能的になす構成は、マンモグラフィ読影用のプログラムを予め記録可能な記録媒体、及び、そのプログラムとしても同様に提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

添付図面において、

【図 1】図 1 は、第 1 の実施形態に係るマンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法を実施したワークステーションの一部機能的ブロックを含む構成図である。

【図 2】図 2 は、実施形態に係るワークステーションに搭載された演算装置の概略を説明するブロック図である。

【図 3】図 3 は、X 線マンモグラフィ画像に置いた模擬領域の位置を説明する図である。

【図 4】図 4 は、模擬領域と乳腺組織の一部分との大きさの比較（乳腺組織に模擬領域が隠れるか否か）を説明する画面図である。

40

【図 5】図 5 は、第 1 の合成パターンによる輝度合成に基づいて生成された模擬領域の一例を示す画面図である。

【図 6】図 6 は、第 2 の合成パターンによる輝度合成に基づいて生成された模擬領域の一例を示す画面図である。

【図 7】図 7 は、第 3 の合成パターンによる輝度合成に基づいて生成された模擬領域の一例を示す画面図である。

【図 8】図 8 は、第 3 の合成パターンによる、閾値を境にして合成式を使い分けを説明するグラフである。

【図 9】図 9 は、第 4 の合成パターンを使用するときに直面する、輝度合成の擬似病変と

50

乳腺組織と表示の関係性を説明する画面図である。

【図１０】図１０は、演算装置（ＣＰＵ）により実行される、模擬領域を伴った読影処理の一例を示す概略フローチャートである。

【図１１】図１１は、第２の実施形態に係るマンモグラフィ読影装置を実施したワークステーションの一部機能的ブロックを含む構成図である。

【図１２】図１２は、第２の実施形態に係る、ペア画像である２つのマンモグラフィ画像の模擬領域の連動表示を説明する説明図である。

【図１３】図１３は、病変部を模擬した特定領域（模擬領域）の形状の多様な例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

10

【００１８】

以下、添付図面に従って、本発明の実施形態に係るマンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法を説明する。

【００１９】

〔第１の実施形態〕

図１～図１０、図１３を参照して、第１の実施形態に係るマンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法を説明する。

【００２０】

このマンモグラフィ読影装置及びマンモグラフィ読影方法は、図１に示すように、マンモグラフィ装置１により撮影されたマンモグラフィ画像を画像サーバ２を介して受信する読影用ワークステーション（以下、単にワークステーションと呼ぶ）３により実施されている。

20

【００２１】

このワークステーション３は、コンピュータによる各種の既定プログラムの演算を行う演算装置１１と、この演算装置１１に通信可能に接続された、マンマシンインターフェースとして機能する入力器１２及び表示器１３とを備える。

【００２２】

マンモグラフィ装置１は、従来よく知られている構成を有し、人体の乳房を圧迫板で圧迫した状態で、その圧迫方向においてＸ線照射及びＸ線検出を行って得たＸ線透過画像を収集するように構成されている。このＸ線透過画像は、乳房内の各種組織が呈するＸ線の減弱度合を例えばグレイレベルの階調で表現した２次元画像である。このＸ線透過画像には単純撮影された２次元画像のみならず、トモシンセシス撮影（乳房が圧迫された状態で異なるＸ線の入射角で複数回撮影）で収集された複数のフレームデータをシフト加算法(shift and add)やフィルタ逆投影法(Filtered Back Projection)などの手法を使って再構成し、その位置にある一定の断層厚さの領域を焦点化した再構成画像も含まれる。

30

【００２３】

このマンモグラフィ撮影は、一般的には、乳房のブラインドエリアを極力少なくするため、ＭＬＯ(Medio Lateral Oblique)とＣＣ(Cranio Caudal)の２方向で実施することが多い。２方向撮影の場合、乳腺組織を圧迫して広げる方向が異なるため、読影時に、病変部位が乳腺組織に隠されてしまい、見逃してしまう可能性をある程度低減できる。また、読影時には、左右の乳腺構造の比較によっても異常を検知できる。

40

【００２４】

このマンモグラフィ装置１により撮影されたマンモグラフィ画像は、一例として、通信網ＣＭ１（インターネット等）を介して検査情報（患者名、患者ＩＤ、撮影日時、撮影条件など）と共に画像サーバ２に送られ、画像サーバ２に保管される。この画像サーバ２は、例えばＰＡＣＳ（画像保管・伝送システム(picture archiving and communication system)）として構成されている。この画像サーバ２には、１つ又は複数の医療施設から同様に検査情報及びマンモグラフィ画像が送信されている。この送信及び保管には、一例として、ＤＩＣＯＭ(Digital Imaging and Communications in Medicine)規格が

50

採用されている。

【 0 0 2 5 】

また、ワークステーション 3 は、通信網 C M 2（例えばインターネット）を介して上記画像サーバ 2 に通信可能に接続されている。このため、ワークステーション 3 は、検索条件を画像サーバ 2 に送信することで、その画像サーバ 2 からその検索条件に合致したマンモグラフィ画像を検査情報と共にダウンロードすることができる。

【 0 0 2 6 】

さらに、ワークステーション 3 において、その演算装置 1 1 は、具体的には、図 2 に示すように、コンピュータの中心構成を成す、C P U（中央演算装置）2 1、不揮発性を有する（R O M（read-only memory）などで構成される第 1 の記憶装置 2 2、揮発性を有する R A M（random access memory）等で構成される第 2 の記憶装置 2 3、及び、患者情報、検査情報などの検査情報と画像データとを保管する専用の画像記憶装置 2 4 が、バス 2 5 を介して相互に通信可能に接続されている。バス 2 5 には入出力インターフェース（I / O）2 6 が接続されており、この入出力インターフェース 2 6 はまた、前述したように、オペレータ（読影医など）が操作する入力器 1 2 及び読影観察用の表示器 1 3、並びに、画像サーバ 2 に通信可能に接続されている。

【 0 0 2 7 】

C P U 2 1 は、第 1 の記憶装置 2 2 に予め格納されているアプリケーションプログラムを自分のワークエリアに呼び出し、そのプログラムのステップに沿って、その命令を順次、実行することができ、また、必要に応じて入出力インターフェース 2 6 を介して外部と通信できるように構成されている。第 2 の記憶装置 2 3 は、C P U 2 1 の動作に伴うデータの一時的な書込み及び読出しに使用される。

【 0 0 2 8 】

ここで、第 1 の記憶装置 2 2 は、非一時的コンピュータ読出し可能な記録媒体(non-transitory computer-readable recoding medium)として提供されている。このため、演算装置 1 1（具体的には C P U 2 1）が第 1 の記憶装置 2 2 に予め記憶させている読影用プログラムを実行することによって、機能的に、領域設定部 1 1 A，画素特定部 1 1 B，輝度合成部 1 1 C，表示制御部 1 1 D，及び移動制御部 1 1 E が得られる。これらの機能部は、後述する図 1 0 のフローチャートの説明により明らかになる。

【 0 0 2 9 】

入力器 1 2 は、オペレータ（読影医など。以下、単にオペレータと呼ぶ）が操作するマウス、キーボード等のデバイスで構成される。表示器 1 3 は、一例として、通常カラーモニタ及び高精細モニタで構成される。

【 0 0 3 0 】

このため、オペレータの要求により画像サーバ 2 に保管されている検査情報にアクセスし、カラーモニタ上で検査情報の一覧を表示可能に構成されている。また、オペレータは、表示された検査情報一覧上で所望の検査情報を選択することにより、その検査のマンモグラフィ画像のデータを画像サーバ 2 から取得し、表示器 1 3 の高精細モニタに表示可能に構成されている。

【 0 0 3 1 】

このワークステーション 3 では、図 3 に模式的に示す如く、マンモグラフィ装置 1 によって収集された 2 次元のマンモグラフィ画像 $I M_m$ を表示器 1 3（特に、高精細モニタ：以下、表示器と呼ぶ）に表示するとき、そのマンモグラフィ画像 $I M_m$ に、特定形状の領域 R_{sp} をオペレータの希望に従った位置に重畳して表示させることを第 1 の特徴とする。

【 0 0 3 2 】

さらに、その特定形状 R_{sp} の領域を成す複数の画素 P_n それぞれの輝度（即ち、画素値）について、その原輝度（オリジナルの輝度：収集したマンモグラフィ画像そのままの輝度）と、その原輝度の広がりの特徴付ける処理を規定した（又は、予めデフォルトで決定されている）合成パターンから求められた輝度とを合成し、その合成された輝度に従って

10

20

30

40

50

マンモグラフィ画像 $I M_m$ に上記特定形状の領域 R_{sp} を重畳表示する、ことを更なる第 2 の特徴とする。

【 0 0 3 3 】

この表示により、マンモグラフィ画像 $I M_m$ 上に、特別に加工処理した特定形状の領域 R_{sp} が重畳表示されることになる。この特定形状の領域 R_{sp} は、オペレータの入力器 1 2 を経由した指示に応じて表示器 1 3 の画面上で自在に移動可能になっている。マンモグラフィ画像 $I M_m$ は画面上で固定表示されるので、特定形状の領域 R_{sp} のみをその移動指示に沿って移動させ、その移動先の画素の基に合成輝度が演算されて、表示器 1 3 の表示同期に沿って更新・表示させることができる。

【 0 0 3 4 】

< 本実施形態の特徴 >

ここで、本実施形態に係るワークステーション 3 で実施される読影作業に有用な特徴を説明する。

【 0 0 3 5 】

< 第 1 の特徴について >

この特定形状の領域 R_{sp} の形状は、例えば円形として設定されるが、円形でなくてもよく、他の様々な形状を採ることができる。例えば、この領域 R_{sp} は 5 角形、6 角形などの多角形であってもよいし、楕円形であってもよい。この形状の変形例については、後述する。

【 0 0 3 6 】

オペレータは、この領域 R_{sp} をマンモグラフィ画像上の病変が疑われる部位に当てて、その部位に病変が隠れることができるかどうかを判断するために使用できる。マンモグラフィ画像上で、例えば、乳腺の構造物の一部の表示輝度が高いため、目視では腫瘤のように見える部分がある場合、その部分に特定形状の領域 R_{sp} を当てる。これは、その局所的な領域 R_{sp} が病変を隠すことができる大きさか否かを確認するためである。つまり、この領域 R_{sp} を当てることは、かかる疑わしい部分の大きさを確認するための物差しによる判定であるので、以下、特定形状の領域 R_{sp} をその機能面から「模擬領域 R_{sp} 」と呼ぶことにする。なお、この「模擬領域 R_{sp} 」は、読影医からみれば、関心領域 (ROI) であるとも言える。

【 0 0 3 7 】

この「模擬領域 R_{sp} 」の使用の一例として、マンモグラフィ画像 $I M_m$ の画面上で「模擬領域 R_{sp} 」を当てる場合、その初期位置から又はいま判定した部分から、オペレータの入力器 1 2 を介した指示に応じて、次の見たい (疑わしい) 部分へ「模擬領域 R_{sp} 」を移動させることになる。

【 0 0 3 8 】

この模擬領域 R_{sp} は、第 1 義的には、上述のように物差し機能を持つため、その模擬領域 R_{sp} のサイズは極めて重要である。このサイズは、読影において発見しようとする病変 (例えば腫瘤) の、「これ以上大きいものを見逃してはいけない」という最小値に設定されることが望ましい。更に言えば、模擬領域 R_{sp} のサイズは、発見が要求される病変の最小サイズでもある。

【 0 0 3 9 】

このため、一例として、模擬領域 R_{sp} は直径 1 cm の円形領域として設定される。この例の場合、乳腺構造内に径 1 cm の腫瘤病変が隠れることができるか否かを目視で判定でき、読影をサポートできる。

【 0 0 4 0 】

これを模式的に表すと、図 4 (A) の場合、乳腺構造 NS の一部分は模擬領域 R_{sp} よりも小さいので、この部分には 1 cm 以上の径の腫瘤病変は隠れることができないと判定できる。反対に、同図 (B) に示すように、模擬領域 R_{sp} を当てた乳腺構造 NS の別の一部分は、その領域 R_{sp} よりも大きいので、その部分には腫瘤病変が輝度的に隠れて存在している又は存在する可能性があるかと判定できる。このため、オペレータは同図 (A) から

10

20

30

40

50

同図（Ｂ）へと模擬領域 R_{sp} を移動させ、各移動先の位置において腫瘤病変が無いかな否か、またそこで乳腺構造 NS に隠れてしまっていないかな等に注意を払いながら、読影を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

< 第 2 の特徴について >

マンモグラフィ画像 I_{M_m} の画面上で「模擬領域 R_{sp} 」を関心がある局所部分に当てて（設定して）、後述する合成処理を指示した場合、輝度合成パターンによって、その局所部分の輝度の合成処理がなされる。これにより、上述した物差し機能に加え、模擬領域 R_{sp} を成す画素の原輝度（マンモグラフィ画像のオリジナルの画素値）をその特性に応じた合成輝度に置換することができる。このため、原輝度の特性に応じた模擬領域 R_{sp} がマンモグラフィ画像 I_{M_m} に重畳した状態で表示器 13 に表示される。この表示も、表示器 13 の画面表示に同期して更新される。

10

【 0 0 4 2 】

上記合成処理は、オペレータが選択可能な又はデフォルト設定で決められている1つ又は複数の合成パターン（輝度合成モード）に従ってなされる。この合成処理は、模擬領域 R_{sp} を成す画素の原輝度が呈する特性に基づいて、当該模擬領域 R_{sp} に相当する病変部が乳腺組織に隠れていないかな否かを視覚的に明示しようとする処理である。このため、隠れ判定の対象である病変部は模擬領域 R_{sp} に相当するので、この模擬領域 R_{sp} を満月に例えると、乳腺組織は満月に映る雲であると想定できる。このため、満月を雲が覆ってしまうと、雲の裏側にある満月は見えないことになる、この隠れ状態を目視的に明示するために、本実施形態では4種類の合成パターン（輝度合成モード）に基づく処理が選択可能に用意されている。

20

【 0 0 4 3 】

< 4 種類の合成パターン >

・ 第 1 の合成パターン

第 1 の合成パターンは、模擬領域 R_{sp} の辺縁画素のみ輝度を合成し、内部はマンモグラフィ画像自体の画素値、即ち、オリジナルの画素値で出力する。この第 1 の合成パターンは、模擬領域 R_{sp} の内部のオリジナルの画素値を正確にチェックしたい場合に有効である。

【 0 0 4 4 】

辺縁画素の出力輝度を合成する場合、一定の輝度で出力してもよいし、周囲の表示輝度に埋もれないように、オリジナルの輝度と中間輝度とをXORした値を出力値としてもよい。

30

【 0 0 4 5 】

図 5 に、この第 1 の合成パターンによる模擬領域 R_{sp} の一例を示す。同図に示すように、模擬領域 R_{sp} の辺縁を示す線 L_{sp} のみが描出されている。

【 0 0 4 6 】

この第 1 の合成パターンによる合成処理であっても、マンモグラフィ画像 I_{M_m} において、腫瘤部位に模擬的に相当させた模擬領域 R_{sp} が乳腺領域に隠れてしまわないかな否かを判断する乳腺構造の読影に有効である。

40

【 0 0 4 7 】

・ 第 2 の合成パターン

第 2 の合成パターンは、模擬領域 R_{sp} の領域内の画素について、オリジナルの輝度をアルファ値として用いて、オリジナル輝度と特定値をアルファブレンドして出力する。これにより、輝度に対応した透け感で領域内を表現できる。

【 0 0 4 8 】

この第 2 の合成パターンを使用する場合、その合成式は下記 1 , 2 の 2 通りで提供できる。

【 0 0 4 9 】

合成式 (1) : $out=r*org+(1-r)*a$

50

合成式 (2) : $out = r * org + (1 - r) * a * i_{i,j}$

ここで、

Org : 画素の原輝度、

$r = org / \text{階調幅}$ 、

a : 定数 (例えば $a = 128$)

$i_{i,j}$: 模擬領域 R_{sp} の位置 (i, j) に依存した、球体のグラデーションを模擬した係数である。これにより、合成式 (1) に基づいて、例えば図 6 (A) に示すように、マンモグラフィ画像 $I M_m$ に模擬領域 R_{sp} が重畳表示され、合成式 (2) に基づいて、例えば図 6 (B) に示すように、マンモグラフィ画像 $I M_m$ に模擬領域 R_{sp} が重畳表示される。

10

【 0 0 5 0 】

・第 3 の合成パターン

模擬領域 R_{sp} を構成する各画素について、その原輝度が閾値未満であるか閾値以上であるかに応じて、2通りの合成式を切り換えて合成輝度を演算する。閾値は、画素の原輝度が 256 階調で表されるときに、例えば 108 に設定される。この閾値は変更可能である。

【 0 0 5 1 】

一例として、各画素の原輝度が閾値未満である場合、

合成式 (3) : $out = (1 - r_u) * org + r_u * 192 + 128$

$r_u = org / 255$

20

を使用し、各画素の原輝度が閾値以上である場合、

$$\text{合成式 (4) : } out = org + \left(1 - \frac{1}{1 + \exp(b(1 - 2r_o - c))} \right) a$$

$$r_o = \frac{(org - th)}{(255 - th)}$$

を使用する。ここで、org: 原輝度、a, b, c: 変更可能な合成パラメータである。これらのパラメータのうち、aは疑似病変の規定の輝度値を成し且つ基本的な明るさを制御するパラメータ (このパラメータには、上述した $i_{i,j}$: 模擬領域 R_{sp} の位置に依存した係数を掛けてもよい)、bはシグモイド関数のゲインで収束する位置を制御するパラメータ、cはシグモイド関数のオフセットで収束度合いを制御するパラメータである。例えば、 $a = 32$, $b = 5$, $c = 0.7$ である。

30

【 0 0 5 2 】

この第 3 の合成パターンで用いられる閾値の設定は、合成輝度の表示結果に与える影響は大きい。本機能は乳腺構造に腫瘤病変が隠れることができるかどうかの判定をサポートすることが主目的であるので、その閾値は乳腺組織と脂肪組織を分離する値が初期値として指定されるようになっている。勿論、この閾値はオペレータが事前に又は読影途中で変更可能になっている。

40

【 0 0 5 3 】

このため、本実施形態では、この第 3 の合成パターンに用いる閾値初期値は、乳房領域内のヒストグラムに基づく 2 値化判別手法である大津の手法 (Otsu method) を用いて自動的に決定されるように構成されている。この手法で決定された閾値は、概ね乳腺組織と脂肪組織を分離する値に設定される。勿論、そのように自動設定された閾値は、オペレータの操作 (マウスホイール操作など) により変更可能に構成されている。

【 0 0 5 4 】

図 7 に、自動設定された閾値に基づく模擬領域 R_{sp} を重畳表示させたマンモグラフィ画像 $I M_m$ (同図 (A)) から、その閾値を小さくした場合の同様のマンモグラフィ画像 $I M_m$ (同図 (B)) と、その閾値を大きくした場合の同様のマンモグラフィ画像 $I M_m$ (同

50

図（Ｃ））とを対して例示している。閾値を大きくすることで、合成式（３）で演算される画素がより増えるので、閾値未満の輝度を持つ原画素の表示輝度がより高くなり、その視覚的効果が強まる（同図（Ｃ））。

【００５５】

なお、図８（Ａ），（Ｂ）には、合成式（３）及び（４）に基づく入力輝度（原輝度：原輝度＝１０８＝閾値）に対する出力輝度（合成輝度）及び擬似病変（擬似領域）の画素の輝度それぞれの特性例を示す。

【００５６】

これにより、例えば図７に示すように、マンモグラフィ画像 $I M_m$ に模擬領域 R_{sp} が重畳表示され、雲間から顔を出して見える満月の一部（腫瘤部分を模擬した一部）は、所定の閾値未満の輝度を有するため、その閾値未満であることが明確に描出されように高い輝度値で表示される。これに対し、雲（乳腺組織）が覆う満月の残り部分は、閾値以上の輝度を有する画素である。このため、上記合成式（４）に基づいて、シグモイド関数を用いられ、高輝度になるほど出力値が収束するような疑似病変の項が、原輝度に足し合わせられる。これにより乳腺構造（雲）の裏側に病変（模擬領域 R_{sp} ）が存在するように合成輝度が演算され、表示される。

【００５７】

この結果、満月が雲の後ろに隠れるような透け感を描出させることができ、乳腺構造の濃淡を奥行き感のある見え方に変換する視覚的効果を発揮できる。

【００５８】

・第４の合成パターン

第４の合成パターンでは、模擬領域 R_{sp} の各画素の原輝度から当該画素の平均線吸収係数を推定し、擬似病変を模擬したモデル（模擬領域）を埋め込んだ場合の合成線吸収係数を算出して、それらの輝度を合成し出力する。

【００５９】

具体的には、模擬領域 R_{sp} を成す各画素における原輝度から推定した平均線吸収係数と腫瘤の線吸収係数を合成した値を演算し、その値をパラメータとして合成輝度を演算する。

【００６０】

図９（Ａ），（Ｂ），及び（Ｃ）は疑似病変のモデルを埋め込み且つ脂肪／乳腺の割合を変えたファントムのマンモグラフィ画像の例を示す。同図（Ａ），（Ｂ），（Ｃ）に示すように、脂肪組織（脂肪１００％）から、平均的な乳房組織（脂肪５０％、乳腺５０％）、及び、dense breastな乳房組織（一例として脂肪３０％、乳腺７０％）へと、乳腺の割合が多くなるにつれて、疑似病変の合成成分が小さくなり、乳腺領域により溶け込んで表示される。

【００６１】

このため、疑似病変を埋め込んで合成した線吸収係数を逆変換して出力輝度として用い、疑似病変の出力を求める。逆変換はある特定の表示輝度と線吸収係数の組み合わせから近似された指数関数となる。このため、撮影装置の違いや画像処理の違いによる画質のばらつきに適切に対応する必要がある。

【００６２】

撮影装置の違いや画像処理の違いによる画質のばらつきに対応するため、合成された線吸収係数をパラメータとして疑似病変の合成成分を算出してオリジナルの表示輝度に加算し、出力輝度を合成する。

【００６３】

合成された線吸収係数を０～１．０の正規化されたパラメータに変換して、疑似病変の合成成分の算出式に適用し、出力輝度を算出する。

【００６４】

乳房厚みよる疑似病変の合成成分への影響は、指数関数のオフセット量を調整して軽減する。また、疑似病変の球体陰影を模擬するには、合成された線吸収係数は厚み均一の円

10

20

30

40

50

柱形状で算出し、合成成分の表示補正量に球体形状のパラメータを適用して実現する。

【0065】

なお、本実施形態に係るワークステーション3では、上記第4の合成パターンを省略して実施し、前述した第1～第3の合成パターンのみを採用し、この第1～第3の合成パターンを適宜、選択又は切替え可能に構成してもよい。

【0066】

次に、図10を参照して、ワークステーション3で実行される読影処理の一例を説明する。この読影処理は演算装置11のCPU21によって実行される。

【0067】

CPU21は、ステップS10において、オペレータとの間でインタラクティブに、インターフェース26を介して画像サーバ2に患者情報や検査情報を画像送信要求と共に送る。これに応じて、画像サーバ2から、対応するマンモグラフィ画像が送信されてくるので、この画像データを例えば専用の画像記憶装置24に保存する。

10

【0068】

次いで、CPU21は、ステップS11にて、受信したマンモグラフィ画像の表示モードをオペレータとの間でインタラクティブに決定する。この表示モードとしては、1つのマンモグラフィ画像（左右の乳房の何れかの単独表示、または、左右の乳房を並置表示（この並置表示の場合、左右のペア画像を同方向にて並置する表示モード、左右対称に並置する表示モードを選択）などがある。

【0069】

20

次いで、CPU21は、ステップS12にて、決定された表示モードでマンモグラフィ画像を表示器13に表示させる。いま、左右何れかの乳房のマンモグラフィ画像が単独で表示器13の画面に表示されているものとする。

【0070】

この表示が済むと、CPU21は、表示器13の表示画面を見ているオペレータ（医師など）の指令によって、又は、画像認識演算に基づく自動設定によって、前述した模擬領域 R_{sp} の初期位置を決定する（ステップS13）。

【0071】

さらに、CPU21は、その模擬領域 R_{sp} の形状及び/又はサイズを、オペレータからの指令に応じてインタラクティブに決定する（ステップS14）。このため、このステップS14は、機能的に領域変更手段を担う。

30

【0072】

例えば、模擬領域 R_{sp} としては、乳腺組織に隠れてしまい、目視で発見できないという状況を回避せんがために、画面上での乳腺組織の幅、大きさや、見逃すことなく読影したい腫瘍などの病変部の形状及び/又はサイズを考慮して選択・設定可能に構成されている。それら形状及び/又はサイズは、一例としては、予めテーブル（例えば第1の記憶装置22）に保存されているので、オペレータはそれを参照して選択すればよい。勿論、オペレータがその場で任意のサイズを指定するようにしてもよい。

例えば、形状としては、模擬領域 R_{sp} に持たせる物差し機能を第1に考えると、図13に示すように、形（round）の模擬領域 R_{sp-1} が適当である（図13（A）参照）。これに、病変部の形状まで追加的に考慮する読影を考えると、楕円形（oval）の模擬領域 R_{sp-2} （図13（B）参照）、多角形（polygonal）の模擬領域 R_{sp-3} （図13（C）参照）、分葉形（lobular）の模擬領域 R_{sp-4} （図13（D）参照）、不整形（irregular）の模擬領域 R_{sp-5} （図13（E）参照）のうちの1つ又は複数の形状を選択可能に設定しておいてもよい。これらの模擬領域は、「マンモグラフィガイドライン、第3判増補版、編集（社）日本医学放射線学会/（社）日本放射線技術学会、発行 医学書院」、「第6章 マンモグラム所見用語、40頁、図6-1 腫瘍の形状のシェーマ」に基づく基本的な形状領域である。実際には、この基本形状が崩れて変形し、さらには、周辺からspiculaが飛び出ているものもある。

40

本発明では、これらの多様な形状の模擬領域 R_{sp} （ R_{sp-1} 、 R_{sp-2} 、 R_{sp-3} 、 R_{sp-4} 、 R_{sp-5} ）

50

4、 R_{sp-5})であっても、その例えば一番長い径を既知のサイズとして(円形の場合には直径 R_1)保有しておけばよく(図13中の径 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 を参照)、これにより物差し機能も得られる。

このため、これらの模擬領域 R_{sp} はその形状毎に及び/又はサイズ(径)毎に、例えば予め第1の記憶装置22に、その形状及び/サイズを示すデータとして保存されている。この場合、サイズ(径)については、読影者が読影時に任意の値をインタラクティブに設定できるようにしてもよい。

勿論、円形の模擬領域 R_{sp-1} だけを設定可能に保持し、そのサイズ(直径)のみを一定範囲(例えば5mm~15mm)で連続的に又は段階的に変更可能に設定してもよい。

【0073】

例えば、そのような形状及びサイズとして、実際の乳房内での物理的な(実空間で)ディメンジョンとして直径1cmの円形の模擬領域 R_{sp} が設定される。勿論、形状やサイズは、これ以外のものであってもよい。サイズを小さく、即ち、より小さい病変を読影しようとして、例えば直径8mm、5mmの円形、多角形を設定してよい。模擬領域 R_{sp} を実空間で小さく設定するほど、それによって模擬される病変のサイズも小さいことを意味しているので、どの位の形状及びサイズを選択するかについては、読影作業量などとのバランスを考慮してオペレータにより決められる。

【0074】

次いで、CPU21は、上記模擬領域 R_{sp} をマンモグラフィ画像 IM_m に重畳表示させるときに必要な、マンモグラフィ画像 IM_m との画素の輝度(画素値)の合成に使用する合成パターンを選択する(ステップS15)。例えば、この合成パターンとしては前述した第1~第3の3種類の合成パターンが用意されているので、オペレータはこれをインタラクティブに選択することで、何れかの合成パターンを指定することができる。

【0075】

なお、上述した各種の準備ステップは必ずしも例示した順番に限定されず、別の順番で行ってもよいし、所望の順番や決定内容を予めデフォルトで設定しておいてもよい。

【0076】

このように準備が整うと、CPU21は模擬領域 R_{sp} を指定しながら移動させて読影を行うか否かのコマンドを待つ(ステップS16)。オペレータが読影開始を指令すると(ステップS16, YES)、CPU21は最初に、模擬領域 R_{sp} がマンモグラフィ画像 IM_m の初期位置に置き、その初期位置において模擬領域 R_{sp} を構成しているマンモグラフィ画像 IM_m の複数の画素 P_n を決定する(ステップS17)。この複数の画素 P_n は、図3に示したように、縦横の x 、 y 座標上の位置(i, j)によって特定される。

【0077】

これが済むと、CPU21は、その複数の画素 P_n のうちの最初の対象となる画素を座標値で指定する(ステップS18)。次いで、CPU21は、選択した第1~第3の合成パターンの何れかによる処理法にしたがって、その対象画素における輝度の合成処理を行い、その処理結果を一時的に例えば第2の記憶装置23に保管する(ステップS19)。それぞれの合成パターンにより処理法は、前述した通りである。

【0078】

この後、CPU21は、輝度合成すべき対象画素が未だ残っているか否かを判断し(ステップS20)、未だ残っていると判断したときには(ステップS20, YES)、その処理をステップS18に進めて上述したステップS19, S20の処理を繰り返す。これは、模擬領域 R_{sp} を構成している全ての対象画素の処理が済むまで繰り返される。

【0079】

このため、ステップS20でNOの判断になるときは、模擬領域 R_{sp} を構成する対象画素全ての処理が終わったこととなる。このため、CPU21は、表示用のフレームデータを更新して表示データを作成する(ステップS21)。この表示データは、CPU21により、インターフェース26を介して表示器13に送られ、画面表示される(ステップS22)。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

これにより、表示器 1 3 にはそれまでの準備作業の画面に代えて又はその一部として、マンモグラフィ画像 $I M_m$ の初期位置に模擬領域 R_{sp} が重畳して表示される（ステップ S 2 2）例えば、図 5，6，7 を参照）。

【 0 0 8 1 】

この重畳された模擬領域 R_{sp} の各輝度（各画素）は、前述した第 1 ～ 第 3 の合成パターンによって原輝度を、各合成パターンの処理法によって、すくなくとも一部の画素は合成処理（変調）されたものであり、単に、領域全体を別の輝度の画素で置換したり上書きしたりしたものではない。つまり、模擬領域 R_{sp} は、原画素の輝度情報を少なくとも一部を持ちながら、腫瘍等の病変を模擬した領域情報を持ち合わせている。

10

【 0 0 8 2 】

C P U 2 1 は更に、オペレータがマンモグラフィ画像 $I M_m$ 上で模擬領域 R_{sp} を移動させたか否かを判断する（ステップ S 2 3）。さらに、この判断結果が N O となるときには、終了指示があるまで模擬領域 R_{sp} の移動を判断しながら待機し、終了指示があれば、読影を終了する（ステップ S 2 4）。これに対し、ステップ S 2 3 で Y E S の判断になるときは、その処理をステップ S 1 7 まで戻し、更新された模擬領域位置における画素決定から合成処理、表示までを行う（ステップ S 1 7 ～ S 2 2）。これにより、例えば図 4 における（A）の模擬領域 R_{sp} の状態から、同（B）の模擬領域 R_{sp} の状態に移動して上述した処理が行われる。この一連の処理は、オペレータが模擬領域 R_{sp} の移動を止め且つ読影終了の指令を出すまで繰り返される。

20

【 0 0 8 3 】

なお、読影の途中の任意のタイミングにおいて表示モード、模擬領域の形状及びサイズ、使用する合成パターン（つまり、輝度合成モード）等を任意に切り替えることができるように C P U 2 1 で実行する処理手順を組むこと勿論できる。

【 0 0 8 4 】

ここで、機能的には、ステップ S 1 4 が領域設定部 1 1 A に相当し、ステップ S 1 7 が画素特定部 1 1 B に相当し、ステップ S 1 8 ～ S 2 0 が輝度合成部 1 1 C に相当し、ステップ S 2 1 が表示制御部 1 1 D に相当し、ステップ S 2 3 が移動制御部 1 1 E に相当し、さらに、ステップ S 1 1 が連動制御部 1 1 F の一部を担う。

【 0 0 8 5 】

また、機能的に、ステップ S 2 2 が画像表示手段に相当し、ステップ S 1 5 が選択手段を構成し、さらに、ステップ S 2 3 が領域移動手段を構成している。

30

【 0 0 8 6 】

以上のように、本実施形態に係るワークステーション 3 によれば、オペレータ（医師等）は、用意された複数の合成パターンの中から所望の合成パターンを決定できる。このため、その合成パターンで定めている処理法に基づいて模擬領域 R_{sp} の少なくとも一部の画素の輝度（画素値）が変調され、その変調された輝度が元の原輝度に合成されて表示用の模擬領域 R_{sp} が作成される。この作成された模擬領域 R_{sp} は、オペレータが指定した、マンモグラフィ画像 $I M_m$ 上の所望位置において同画像に重畳して表示される。この重畳表示は、オペレータが模擬領域 R_{sp} を移動させる度に、この移動に伴う変更された位置にてなされる。

40

【 0 0 8 7 】

図 5，6，及び 7 に例示したシミュレーション画像から判るように、オペレータは表示器 1 3 に表示されたマンモグラフィ画像 $I M_m$ の画面を目視しながら読影することになる。この画面によれば、マンモグラフィ画像 $I M_m$ の所望の位置に、模擬領域 R_{sp} が丸い満月状の領域として表示され、しかも、少なくともその辺縁が描出される。第 2 及び第 3 の合成パターンによれば、模擬領域 R_{sp} の辺縁のみならず、その内側の領域も輝度値が処理されて表示される。さらに、その模擬領域 R_{sp} に該当する、マンモグラフィ画像 $I M_m$ 上の画素が作っていた全部又は部分的な乳腺組織の輝度情報も少なくとも部分的に残している。これにより、腫瘍等の病変を模した模擬領域 R_{sp} とそれ以外の例えば乳腺組織とが適

50

宜に重畳して表示される。

【0088】

つまり、この模擬領域 R_{sp} が病変の形状及びサイズを模しているの、乳腺組織の一部に、この模擬領域 R_{sp} が隠れて見えない場合、その乳腺組織の一部には腫瘤等の病変が隠れている可能性がある。つまり、オペレータは、模擬領域 R_{sp} を移動させながら関心のあ（疑いのある）部位に当てることで、その部分が病変を隠してしまう箇所か否かを迅速に判断できる。つまり、オペレータは、この模擬領域 R_{sp} 、即ち病変を輝度的に隠してしまう又は見難くしてしまうような部位を、その直感をも参酌しながら探索する物差し機能を得ることができる。

【0089】

したがって、オペレータは模擬領域 R_{sp} を関心部位へ移動させながら、その部位の大きさや広がり状態を迅速に判定することができる。勿論、模擬領域 R_{sp} が隠れてしまう部位を見つけた場合、別の手法でその部位に病変が有るか否かを確認・診断することになる。このような物差し機能を持つ模擬領域 R_{sp} を使わない従来法に比べて、本実施形態の場合、模擬領域 R_{sp} のよる補助手段によって読影作業が格段に迅速化し、スループットが上がることを期待できる。加えて、オペレータの読影作業の軽減化も図ることができる。

【0090】

さらに、この模擬領域 R_{sp} を関心部位に移動させることで、オペレータの目視観察時の注意力をその部位に注中させ易いという、言わば、指差し確認的な副次効果も得られる。

【0091】

[第2の実施形態]

続いて、図11及び図12、並びに、前述した図10を参照して第2の実施形態に係るワークステーションを説明する。この第2の実施形態に置いて、第1の実施形態と同一又は同様の構成要素には同一の符号を用いて、その説明を省略又は簡略化する。

【0092】

この第2のワークステーションは、図11に示すように、演算装置11のCPU21が与えられた読影処理のプログラム処理によって、連動制御部11Fを有する。

【0093】

この連動制御を説明すると、疑似病変である模擬領域の位置を、図12(A)、(B)に模式的に示すように、同方向のペア画像では同一位置に、左右対のペア画像では左右対称の位置に初期表示させる。この後、オペレータの操作に従って、その初期の位置関係を維持しながら、ペア画像上で連動して更新表示させる。この機能は、図10のステップS13、S16～S22それぞれにおいて、それらの処理がペア画像それぞれに併行して実施されることで得られる。このため、ステップS13、S16～S23は機能的に、図11に示す連動制御部に相当する。

【0094】

具体的には、X線マンモグラフィ装置1により左右の乳房を撮影して収集された2つマンモグラフィ画像 IM_m を表示器13の画面に左右対称に（図12(A)参照）又は同方向に（図12(B)参照）並置して表示される。さらに、表示されている2つのマンモグラフィ画像 IM_m それぞれに、模擬領域 R_{sp} ($R_{sp(L)}$ 、 $R_{sp(R)}$) が、左右対称の又は前記同方向における同一の位置関係を持つ初期位置に設定される。

【0095】

さらに、2つのマンモグラフィ画像 IM_m において、画像間で、輝度合成された2つの模擬領域が互いに、前記左右対称の又は前記同方向における同一の位置関係を保持しながら連動して移動し且つ表示される。

【0096】

これにより、左右対のマンモグラフィ画像上で模擬領域を左右対称に配置して表示される。このため、前述した第1の実施形態で享受される作用効果に加え、局所的非対称性陰影(FAD)の評価を実施する際に、対側の同領域の表示輝度の比較を模擬領域の位置および大きさを基準にして判断できる。この結果、読影精度をより一層向上させることが期待で

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 9 7 】

なお、前述した実施形態においては、本発明としてマンモグラフィ画像の読影について実施した例を示したが、本発明の要旨を、患者のほかの部位、例えば肺野、胃部を撮影したX線画像を読影する装置及び方法に展開することも可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

- 1 マンモグラフィ装置
- 3 読影用ワークステーション
- 11 演算装置
 - 11A 領域設定部
 - 11B 画素特定部
 - 11C 輝度合成部
 - 11D 表示制御部
 - 11E 移動制御部
 - 11F 連動制御部
- 12 入力器
- 13 表示器

$R_{sp} (R_{sp-1} \dots R_{sp-5})$ 病変を模擬した模擬領域

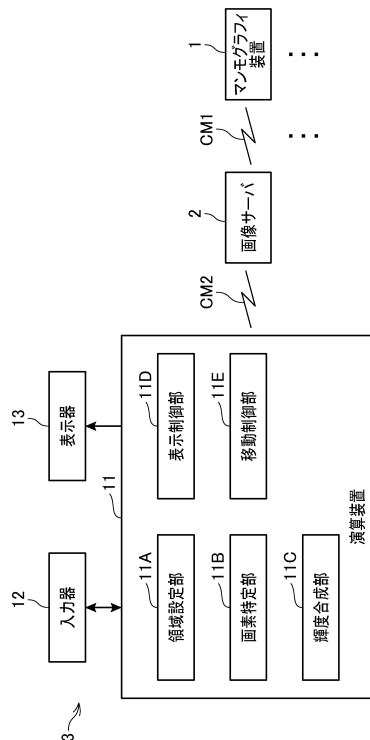
IM_m マンモグラフィ画像

NS 乳腺組織

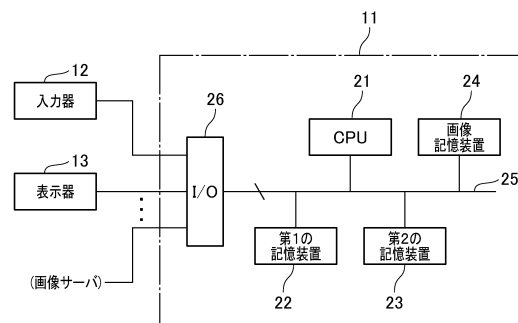
10

20

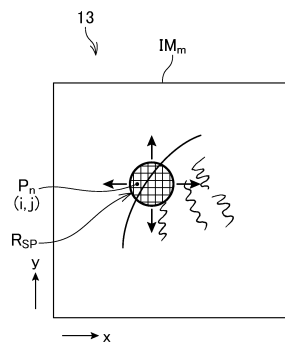
【 図 1 】



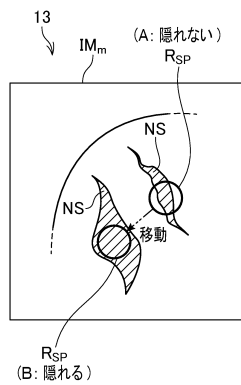
【 図 2 】



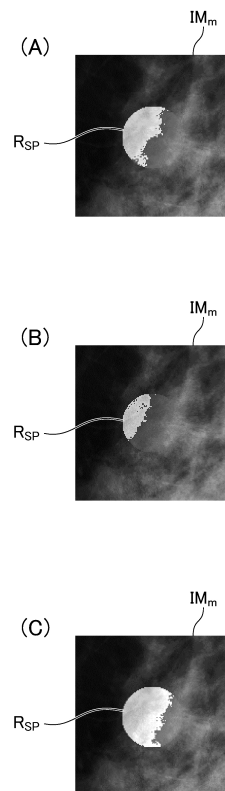
【図 3】



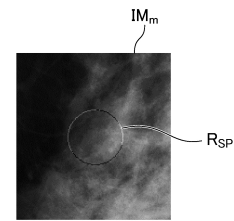
【図 4】



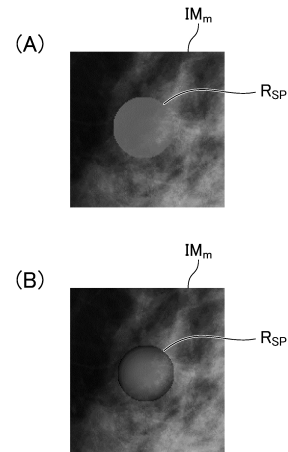
【図 7】



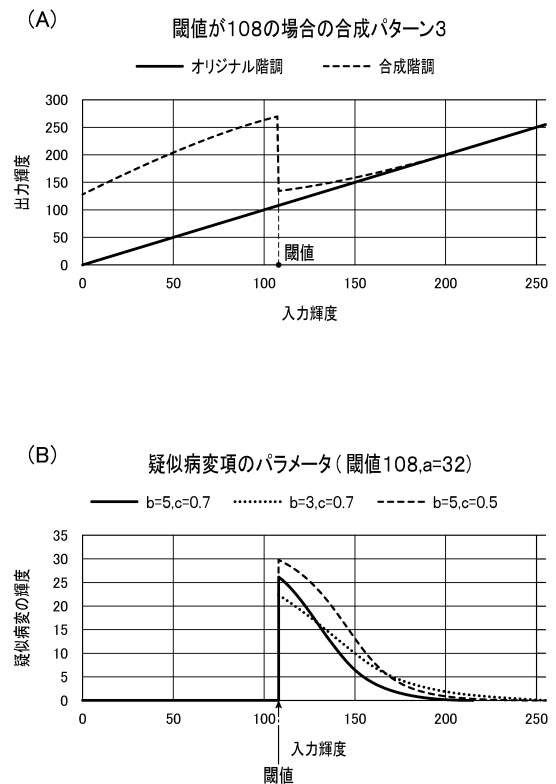
【図 5】



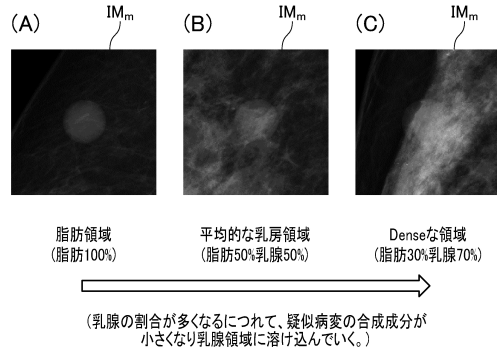
【図 6】



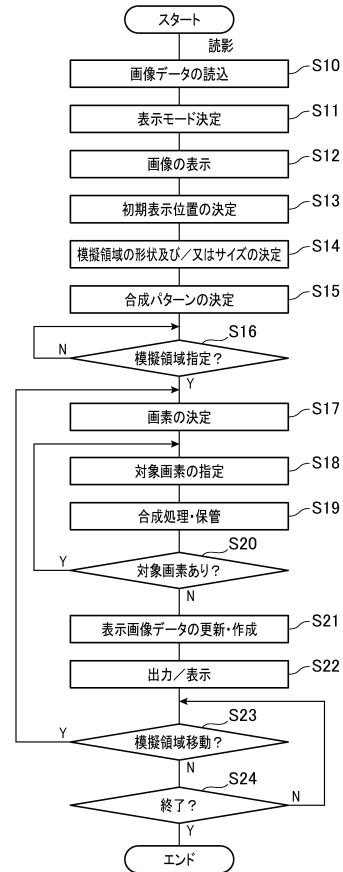
【図 8】



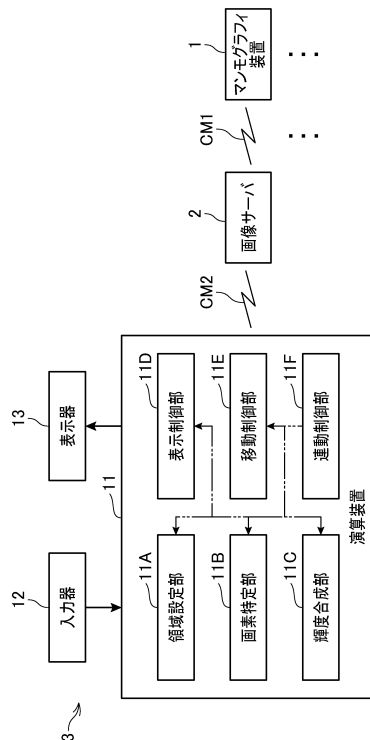
【図 9】



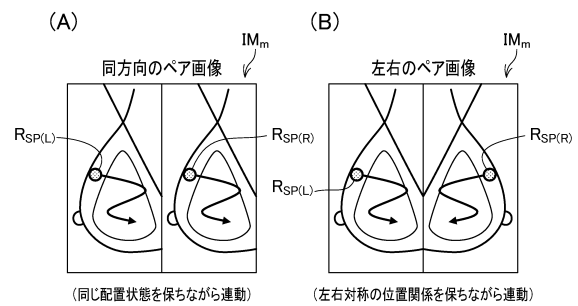
【図 10】



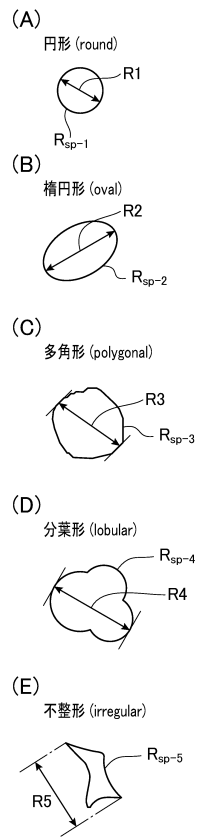
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 0 3 3 7 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 6 1 3 0 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 4 9 7 4 1 (W O , A 1)
特開 2 0 1 3 - 0 0 0 5 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 2 2 7 7 6 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 4 6 1 9 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	5 / 0 0	-	5 / 0 1
A 6 1 B	5 / 0 5 5		
A 6 1 B	6 / 0 0	-	6 / 1 4
A 6 1 B	8 / 0 0	-	8 / 1 5
G 0 6 T	1 / 0 0		
G 0 6 T	7 / 0 0	-	7 / 9 0
G 0 6 T	1 9 / 0 0	-	1 9 / 2 0