

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-130049
(P2006-130049A)

(43) 公開日 平成18年5月25日(2006.5.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 6 0 Z	4 C 0 9 3
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 2 0 0 E	5 B 0 5 0
	A 6 1 B 6/00 3 5 0 D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-322141 (P2004-322141)	(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社 神奈川県南足柄市中沼2 1 0 番地
(22) 出願日	平成16年11月5日 (2004. 11. 5)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
		(74) 復代理人	100124213 弁理士 尾原 和貴
		(72) 発明者	大沢 哲 神奈川県足柄上郡開成町宮台7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内
		F ターム (参考)	4C093 CA17 DA06 FA35 FF17 FF19 FG07 FH03 FH06 5B050 AA02 BA10 EA06 EA18 FA19 GA08

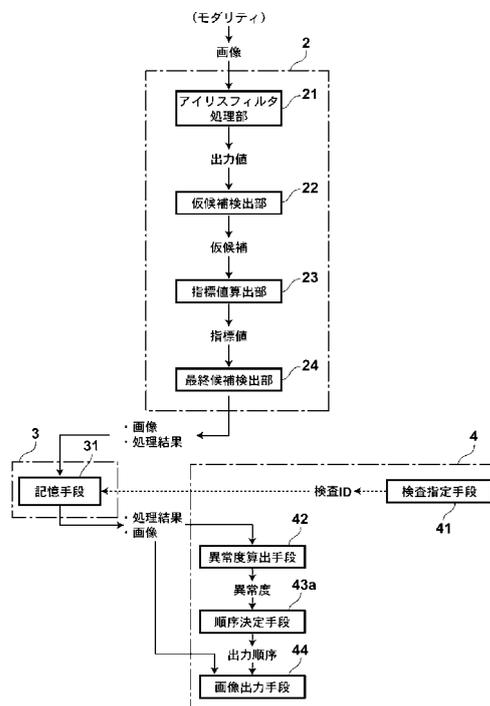
(54) 【発明の名称】 画像読影支援方法、およびシステム、ならびにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 大量の医用画像の読影における後半の画像の読影の際に、読影者の疲労による注意力の低下等により異常陰影の見落としが増える危険性を低減し、診断効率や診断精度の向上させる。

【解決手段】 画像ビューワ 4 において、異常度算出手段 4 2 が、画像処理サーバ 2 の異常陰影候補検出手段による処理の結果に基づいて読影対象の画像毎の異常度（悪性と判定された候補の数や各候補の悪性度の平均値）を算出し、順序決定手段 4 3 a が、読影対象の複数の画像の出力順序を異常度の高い順となるように決定し、画像出力手段 4 4 が決定された出力順序で読影対象の複数の画像を順次切り替えて画面出力する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行い、
 該処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、前記医用画像毎に、該医用画像中の前記検査部位の異常の程度を表す異常度を算出し、
 該異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、前記医用画像の各々を出力する順序を決定し、
 前記医用画像の各々を前記順序で出力することを特徴とする画像読影支援方法。

【請求項 2】

被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行う異常陰影候補検出手段と、
 該処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、前記医用画像毎に、該医用画像中の前記検査部位の異常の程度を表す異常度を算出する異常度算出手段と、
 該異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、前記医用画像の各々を出力する順序を決定する順序決定手段と、
 前記医用画像の各々を前記順序で出力する画像出力手段とを備えたことを特徴とする画像読影支援システム。

【請求項 3】

前記所定の順序決定条件が、前記異常度の高い順に前記医用画像を表示させるものであることを特徴とする請求項 2 記載の画像読影支援システム。

【請求項 4】

前記医用画像の各々についてのメタ情報を記憶するメタ情報記憶手段をさらに備え、
 順序決定手段が、前記メタ情報と前記異常度とに基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、前記順序を決定するものであることを特徴とする請求項 2 記載の画像読影支援システム。

【請求項 5】

前記画像出力手段が、前記医用画像を出力するとともに、該画像についての前記メタ情報をさらに出力するものであることを特徴とする請求項 4 記載の画像読影支援システム。

【請求項 6】

コンピュータを、
 被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行う異常陰影候補検出手段と、
 該処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、前記医用画像毎に、該医用画像中の前記検査部位の異常の程度を表す異常度を算出する異常度算出手段と、
 該異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、前記医用画像の各々を出力する順序を決定する順序決定手段と、
 前記医用画像の各々を前記順序で出力する画像出力手段として機能させることを特徴とする画像読影支援プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医用画像の読影を支援する方法、およびシステム、ならびにプログラム、より詳細には、医用画像中の異常陰影候補を検出するとともに、その画像を出力する方法、およびシステム、ならびにプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、医用画像中の異常陰影候補を自動的に検出し、検出された異常陰影候補の視認性を高めた出力を行うコンピュータ支援画像診断システム (CAD: Computer Aided Diagnosis) が知られており、医師等の読影者は、この CAD システムによって検

10

20

30

40

50

出された異常陰影候補を含む画像を読影し、画像中の異常陰影候補が腫瘍や石灰化等の病変を表す異常陰影であるかどうかを最終的に判断する。

【0003】

異常陰影候補の検出手法としては、例えば、乳房の放射線画像（マンモグラフィ）に対して、アイリスフィルタによる画像処理を行い、その出力値を閾値処理することによって、乳ガン等の一形態である腫瘍陰影（異常陰影の一形態）の候補を自動的に検出する手法や、モフォロジーフィルタを用いた画像処理を行い、その出力値を閾値処理することによって、乳ガン等の他の一形態である微小石灰化陰影（異常陰影の一形態）の候補を自動的に検出する手法が知られている（例えば、特許文献1）。また、入力された医用画像に対応する正常構造画像を人工的に生成し、正常構造画像を医用画像との差異を表すサブトラクション画像を生成し、生成されたサブトラクション画像において画素値が所定値以上のものを異常陰影候補として検出する手法も知られており、例えば、胸部を撮影した医用画像に対して適用されている（例えば、特許文献2）。

10

【0004】

また、異常陰影候補の視認性を高めて出力する方法の具体例としては、画像中の異常陰影候補を強調表示したり、拡大表示したりする手法や（例えば、特許文献1）、異常陰影候補の悪性度等の評価値を画像中の異常陰影候補領域と関連づけて表示する手法（例えば、特許文献3）が知られている。

【特許文献1】特開平8-294479号公報

【特許文献2】特開2004-41694号公報

20

【特許文献3】特開2001-299740号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、読影者が検診等で大量の医用画像を読影する場合、通常、検査番号順に読影が行われるが、この検査番号順とは、例えば検査オーダーの投入順であり、読影において意味のある順序ではないことが多い。しかしながら、実際には、読影の目的等に応じた適切な順序があると考えられる。例えば、大量の医用画像を読影する場合、後半の画像では、読影者の疲労による注意力の低下等により異常陰影の見落としが増える危険性が高くなると予想されることから、このような見落としの可能性が低くなるような読影順序で読影を行うことが好ましい。

30

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、複数の医用画像を読影する際に、異常陰影の見落としを低減し、診断精度を向上させる画像読影支援方法、およびシステム、ならびにプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明による画像読影支援方法は、被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行い、この処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、医用画像毎に、その医用画像中の検査部位の異常の程度を表す異常度を算出し、算出された異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定し、決定された順序で医用画像の各々を出力することを特徴とする。

40

【0008】

本発明による画像読影支援システムは、この画像読影支援方法を実現するものである。すなわち、このシステムは、被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行う異常陰影候補検出手段と、この処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、医用画像毎に、その医用画像中の検査部位の異常の程度を表す異常度を算出する異常度算出手段と、算出された異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定する順序決定手段と、決定された順序で医用画像の各々を出力する画像出力手段とを設けたことを特徴とするものである。

50

【0009】

本発明による画像読影支援プログラムは、コンピュータにこの画像読影支援方法を実行させるものである。すなわち、このプログラムは、コンピュータを、被検者の検査部位を表す複数の医用画像の各々から異常陰影候補を検出する処理を行う異常陰影候補検出手段と、この処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、医用画像毎に、その医用画像中の検査部位の異常の程度を表す異常度を算出する異常度算出手段と、算出された異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定する順序決定手段と、決定された順序で医用画像の各々を出力する画像出力手段として機能させることを特徴とするものである。

【0010】

次に、本発明による画像読影支援システムの詳細について説明する。

【0011】

「異常陰影候補を検出する処理」の具体例としては、アイリスフィルタやモフォロジーフィルタによる画像処理の出力値に対して閾値処理するものや（前述の特許文献1）、入力画像と正常構造画像の差分画像の画素値に対して閾値処理するもの（前述の特許文献2）等のように、入力画像の画像データに対して所定の画像処理を行うことによって、画像中の画素毎、または、画像から抽出された所定の領域毎に、異常陰影らしさを示す特徴量を算出する特徴量算出処理と、この特徴量が所定の検出閾値以上の領域を異常陰影候補と判定する閾値処理とからなるものが考えられる。なお、「特徴量」の具体例としては、上記のアイリスフィルタの処理や差分演算等によって出力された値や、これらの出力された値に基づいて算出される、抽出された領域毎の形状や大きさ等を表す指標値等が考えられる。

【0012】

「この処理の少なくとも一部を行った結果」の具体例としては、異常陰影候補を検出する処理の全部を行うことによって得られる、異常陰影候補と判定された各領域の位置や大きさ、特徴量等や、異常陰影候補を検出する処理の一部を行うことによって得られる、画像中の各画素または各領域の特徴量等が考えられる。

【0013】

「異常度」は、画像単位に算出されるものであり、画像中の検査部位の全体としての異常の程度を示す指標値である。具体例としては、検出された異常陰影候補の数や、異常陰影候補検出処理の中で算出される特徴量の画像全体における平均値等の代表値が考えられる。

【0014】

「所定の順序決定条件」とは、上記の異常度に基づいて医用画像の出力順を決定するためのルールである。具体例としては、異常度の高い順に表示させるものが考えられる。

【0015】

また、医用画像の各々についてのメタ情報を記憶するメタ情報記憶手段をさらに設け、このメタ情報と上記の異常度とに基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定するようにしてもよい。

【0016】

ここで、「メタ情報」とは、その画像の画素毎の画素値から構成される画像データそのものではなく、その画像についての関連情報であり、ここでは、その画像に対して既に行われた読影結果を表す情報等や、その画像に対応する被検者の検査履歴等の被検者情報も含む。なお、異常陰影候補検出処理の結果もメタ情報の一種である。

【0017】

「メタ情報と上記の異常度とに基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定する」方法の具体例としては、まず異常度の高さに応じて出力対象の画像を複数のカテゴリに分類し、高異常度のカテゴリに分類された画像から出力するようにし、さらに、同一カテゴリ内では、他の読影者によって既に行われた読影結果がメタ情報として記憶されている画像や、同じ検査部位についての他のモダリティによ

10

20

30

40

50

る検査が行われていることを示す被検者情報がメタ情報として記憶されている画像を先に出力するように順序を決定することが考えられる。

【0018】

なお、医用画像の出力の際には、画像そのものの他、異常陰影候補の検出結果や被検者情報等のメタ情報をあわせて出力するようにしてもよい。異常陰影候補の検出結果の出力方式としては、異常陰影候補を画像中で強調表示したり、拡大表示したりすることや（上述の特許文献1）、異常陰影候補についての特徴量を表示すること（上述の特許文献3）が考えられる。

【発明の効果】

【0019】

本発明の画像読影支援方法、およびシステム、ならびにプログラムでは、複数の医用画像の各々に対して異常陰影候補を検出する処理の少なくとも一部を行った結果に基づいて、医用画像毎に、その医用画像中の検査部位の異常の程度を表す異常度を算出し、算出された異常度に基づいて、所定の順序決定条件を満たすように、医用画像の各々を出力する順序を決定し、決定された順序で医用画像の各々を出力する。したがって、複数の医用画像の読影を、その目的に応じた適切な順序で行うことが可能になり、診断効率や精度の向上に資する。例えば、集団検診等で撮影された大量の画像の読影を行う場合には、異常度の高い順に医用画像を出力するにすれば、後半の画像の読影において、読影者の疲労による注意力の低下等により異常陰影の見落としが増える危険性を低減することが可能になり、診断精度の向上に資する。

10

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【0021】

本発明の第1の実施形態となる画像読影支援システムXは、乳房を表す複数の医用画像の画像データに対して異常陰影候補検出処理を行うとともに、この処理結果に基づき、予め定められた読影順序決定条件にしたがって、各医用画像を画面出力するものである。図1は、画像読影支援システムXのハードウェア構成の概要を示す図である。図に示すように、画像読影支援システムXでは、X線撮影装置やCR装置等の検査モダリティ1と、モダリティ1で生成された画像の画像データを入力として異常陰影候補検出処理等の画像処理を行うコンピュータである画像処理サーバ2と、モダリティ1で生成された画像や画像処理サーバ2で処理された画像の画像データを患者情報や検査の情報等と関連づけて記憶・管理するコンピュータであるデータ管理サーバ3と、データ管理サーバ3に保管されている画像を画面出力するコンピュータである画像ビューワー4とが、ネットワーク9に接続されている。

30

【0022】

図2は、画像読影支援システムXに実装された機能と、このシステムにおけるデータのの流れとを示すブロック図である。

【0023】

画像処理サーバ2には、検査モダリティ1から送信されてきた画像データに対してアイリスフィルタによる処理を行うアイリスフィルタ処理部21と、アイリスフィルタによる出力値Iに基づき、閾値処理により、処理対象画像P中の異常陰影（腫瘍陰影）候補となりうる仮候補を検出する仮候補検出部22と、検出された仮候補の各々について、仮候補の特性を示す指標値を算出する指標値算出部23と、算出された指標値に基づいて、異常陰影の最終候補を検出する最終候補検出部24とが設けられており、これらの各処理部が異常陰影候補検出手段を構成する。また、各処理部は、画像処理サーバ2のメモリに格納されているプログラムが実行されることによって制御されるとともに、各処理部の機能が実現される。

40

【0024】

データ管理サーバ3には、画像処理サーバ2で処理された画像の画像データと異常陰影

50

候補検出処理の結果を関連づけて記憶する記憶手段 3 1 が設けられている。この記憶手段 3 1 は、リレーショナルデータベース等のデータベースとして、データ管理サーバ 3 の大容量のハードディスク装置に実装されており、データベース管理プログラムの実行により、記憶手段 3 1 に格納されているデータの検索、更新、削除等のアクセスを行うことができる。

【 0 0 2 5 】

画像ビューワ 4 には、読影対象の複数の画像が含まれる検査を指定する検査指定手段 4 1 と、指定された検査の画像毎の異常陰影候補検出処理結果に基づいて、画像中の検査部位（乳房）の異常の程度を表す異常度を算出する異常度算出手段 4 2 と、読影対象の複数の画像の出力順序を異常度の高い順となるように決定する順序決定手段 4 3 a と、決定された出力順序で読影対象の複数の画像を順次切り替えて画面出力する画像出力手段 4 4 とが設けられている。各手段は、画像ビューワ 4 のメモリに格納されているプログラムの実行によって制御されるとともに、各手段の機能が実現される。

10

【 0 0 2 6 】

次に、各手段の機能の詳細と処理の流れについて説明する。

【 0 0 2 7 】

アイリスフィルタ処理部 2 1 は、まず、処理対象となる画像を構成するすべての画素について、画素 m 毎に、下記式 (1) に示す計算式に基づいた画像データの画素値の勾配ベクトルの向き を求める。

【 数 1 】

20

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7) - (f_{11} + f_{12} + f_{13} + f_{14} + f_{15})}{(f_1 + f_2 + f_3 + f_{15} + f_{16}) - (f_7 + f_8 + f_9 + f_{10} + f_{11})} \quad (1)$$

【 0 0 2 8 】

ここで $f_1 \sim f_{16}$ は、図 3 に示すように、その画素 j を中心とした縦 5 画素 × 横 5 画素のマスクの外周上の画素に対応した画素値（画像データ）である。

30

【 0 0 2 9 】

次に、図 4 に示すような、注目画素を中心に $2\pi / M$ 度毎の M 種類の方向（図 4 においては、 11.25 度毎の 32 方向を例示）の放射状の線を考え、その放射状の線毎に、その線上の各画素のうち、勾配ベクトルの集中度の最大値が得られる画素までの出力値をその方向についての集中度 $C_{i \max}$ とし、その集中度 $C_{i \max}$ をすべての方向で平均して、その注目画素についての勾配ベクトル群の集中度 C を算出する。

【 0 0 3 0 】

具体的には、まず i 番目の放射状の線上において注目画素から n 番目の画素までで得られる集中度 $C_i(n)$ を下記式 (2) により求める。

【 数 2 】

40

$$C_i(n) = \sum_{j=1}^n \frac{\cos \theta_{ij}}{n} \quad (2)$$

ただし、 $R_{\min} \leq n \leq R_{\max}$

50

【 0 0 3 1 】

ここで、 i, j は、 i 番目の放射状の線上の j 番目の画素と注目画素とを結ぶ線分と、 j 番目の画素における上記式(1)で算出した勾配ベクトルとがなす角である。

【 0 0 3 2 】

したがって、式(2)は、 R_{\min} 以上 R_{\max} 以下の自然数 n の各々について、注目画素を起点とし、終点を i 番目の放射状の線上における注目画素から n 番目の画素として、この起点と終点の範囲内の各画素における勾配ベクトルの注目画素方向の成分の平均値を集中度 $C_i(n)$ として算出するものである。ここで R_{\min} と R_{\max} とは、各々、抽出しようとする腫瘍陰影の半径の最小値と最大値である。

【 0 0 3 3 】

次に、勾配ベクトル群の集中度 C を下記式(3)および(4)により計算する。

【数3】

$$C_i \max = \max_{R_{\min} \leq n \leq R_{\max}} C_i(n) \quad (3)$$

10

$$C = \frac{1}{32} \sum_{i=1}^{32} C_i \max \quad (4)$$

20

【 0 0 3 4 】

ここで、式(3)の $C_i \max$ は、式(2)による計算で得られた放射状の線毎の集中度 $C_i(n)$ の最大値であるから、注目画素からその集中度 $C_i(n)$ が最大値となる画素までの領域が、その線方向における異常陰影の候補領域となる。そして、すべての放射状の線について式(3)による計算を行って、その各線上における異常陰影の候補領域を求め、この各線上における腫瘍陰影の領域を隣接する線間で直線または非線形曲線で結ぶことにより、腫瘍陰影の候補となり得る領域の外周縁の形状を特定することができる。

30

【 0 0 3 5 】

さらに、式(4)では、式(3)で与えられた集中度の最大値 $C_i \max$ を放射状の線の全方向(式(6)では32方向の場合を例示)について平均した値を求める。この求められた値がアイリスフィルタ処理の出力値 I である。

【 0 0 3 6 】

なお、図4における i 番目の線上にあって、かつ注目画素から n 番目の画素の座標($[x]$, $[y]$)は、注目画素の座標を(k , l)とすれば、以下の式(5)で与えられる。

【数4】

$$x = k + n \cos \frac{2\pi(i-1)}{M}, \quad y = l + n \sin \frac{2\pi(i-1)}{M} \quad (5)$$

40

【 0 0 3 7 】

ただし、 $[x]$, $[y]$ は、 x , y を越えない最大の整数である。

【 0 0 3 8 】

50

仮候補検出部 2 2 は、各画素における出力値 I と予め設定された閾値 Th とを比較し、 I Th となる画素において式 (3) で特定された領域を異常陰影の仮候補として検出する。

【0039】

次に、指標値算出部 2 3 は、仮候補検出部 2 2 で検出された各仮候補について、以下の特徴量を算出する。

【0040】

まず、第 1 の特徴量としては、腫瘍陰影の輪郭が円に近い形状であることから、円形度 Sp (Spreadness) を利用する。図 5 に示すように、検出された仮候補 (図の実線部) の面積 A およびその重心 AO を求め、重心 AO を中心とし面積 A と同等の面積を有する半径 R の仮想円 (図の破線部) を想定し、この仮想円の内側に含まれる仮候補の、面積 A に対する占有率として円形度を算出する。すなわち、仮想円と候補領域とが重なる部分の面積を A' とすると、円形度は下記式 (6) で算出される。

10

$$Sp = \frac{A'}{\pi R^2} \quad (6)$$

20

【0041】

次に、候補領域内部の特徴量として、以下の 3 つの特徴量を用いる。すなわち、仮候補の濃度値 S のヒストグラムを作成し、濃度値 S の頻度を $P(S)$ とし、この濃度値 S および頻度 $P(S)$ に基づき、下記式より、分散を表す第 2 の特徴量 var (7)、コントラストを表す第 3 の特徴量 con (8)、角モーメントを表す第 4 の特徴量 asm (9) を算出する。

【数 6】

$$var = \sum_{N} \{(S - \bar{S})^2 \cdot P(S)\} \quad (7)$$

30

$$con = \sum_{N} \{S^2 \cdot P(S)\} \quad (8)$$

$$asm = \sum_{N} \{P(S)\}^2 \quad (9)$$

40

ただし、 \bar{S} は領域内の濃度値 S の平均値、 N は領域内の画素数を表す。

【0042】

この他、IFED 画像 (Iris Filter Edge) に基づいて生成した同時生成行列についての分散、偏り、相関値、モーメント、エントロピーといったエッジ情報も特徴量として使用可能である (特開 2003-115041 号公報等参照)。以下、これらを含めて 9 つの特徴量を

50

算出した場合を例にして説明する。

【 0 0 4 3 】

最終候補検出部 2 4 は、指標値算出部 2 3 が算出したこれらの特徴量に基づいてマハラノビス距離を算出し、そのゆう度比を用いて判定を行い、異常陰影の最終候補を検出する。

【 0 0 4 4 】

まず、下記式 (10) により、予め実験的に得られている非悪性陰影を示すパターンクラス w_1 からのマハラノビス距離 D_{m1} と、悪性陰影を示すパターンクラス w_2 からのマハラノビス距離 D_{m2} とを算出する。

【 数 7 】

10

$$D_{m_i} = (\vec{x} - \vec{m}_i)^t \sum_i^{-1} (\vec{x} - \vec{m}_i) \quad (10)$$

ただし、 \sum_i はパターンクラス w_i の共分散行列、すなわち、

$$\sum_i = \frac{1}{N_i} \sum_{x \in w_i} (\vec{x} - \vec{m}_i)(\vec{x} - \vec{m}_i)^t, \quad 20$$

t は転置ベクトル (横ベクトル)、

\vec{x} は、特徴量 x をベクトル表示したもの、すなわち、

$$\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N),$$

\sum_i^{-1} は \sum_i の逆行列、

30

\vec{m}_i はパターンクラス w_i の平均、すなわち、

$$\vec{m}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{x \in w_i} \vec{x}$$

【 0 0 4 5 】

40

ここでは式 (10) において $N = 9$ の場合に該当する。すなわち、指標値算出部 2 3 が算出した特徴量は、それぞれ上記 x_1 から x_9 に該当し、 $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_9)$ という 9 次元空間を表現する。そして、この 9 次元のパターン空間上で表現された仮候補のパターンと非悪性陰影のパターンとのマハラノビス距離が D_{m1} であり、同様に悪性陰影のパターンとのマハラノビス距離が D_{m2} である。また、非悪性陰影のパターンおよび悪性陰影のパターンとは、予め多数の異常陰影候補について実験的に調査した結果に基づいて設定された、非悪性陰影ごとおよび悪性陰影ごとのベクトル x で定義されるパターン空間を意味する。例えば、それぞれ、非悪性陰影とされるものについての上記ベクトル x の平均で形成されるパターンクラス w_1 、悪性陰影とされるものについての上記ベクトル x の平均で形成されるパターンクラス w_2 で示される。

50

【0046】

次に、候補領域が悪性陰影である場合には、悪性陰影のパターンクラスとのマハラノビス距離が近く (D_{m2} が低い値を示し)、非悪性陰影のパターンクラスとのマハラノビス距離がばらつくという傾向があり、候補領域が非悪性陰影である場合には、非悪性陰影のパターンクラスとのマハラノビス距離が近く (D_{m1} が低い値を示し)、悪性陰影のパターンクラスとのマハラノビス距離がばらつくという傾向があることから、この傾向に従って悪性陰影と非悪性陰影とを有意に判別し得るゆう度比を各候補領域毎に算出する。

【0047】

ゆう度比とは D_{m1} / D_{m2} で表現され、図6の座標平面上における傾きを示す。すなわち、ゆう度比が大きいほど悪性陰影である可能性が高く、小さいほど非悪性陰影である可能性が高いと判定できるため、例えば閾値を2に設定し、ゆう度比が2以上の時に悪性であり、2未満の時に非悪性であると判定する。

【0048】

以上、異常陰影候補検出手段を構成する上記各処理部の処理の結果として、画像中の各仮候補について、その領域を表す位置情報、アイリスフィルタ出力値I、ゆう度比 D_{m1} / D_{m2} 、悪性・非悪性の判断結果が処理結果として出力される。

【0049】

記憶手段31は、画像データを、検査の情報や、撮影日時、撮影条件、患者の情報、異常陰影候補検出処理結果等と関連づけて記憶する。ここで、画像データやその画像データと関連づけられた情報は、検査を識別する検査IDを検索キーとした検索によって取得可能になっている(図12の画像情報参照)。

【0050】

検査指定手段41は、読影対象の画像の撮影が行われた検査を特定する検査IDの入力を促す画面を画像ビューワー4のディスプレイに出力させ(図7参照)、読影者が画像ビューワー4のキーボードやマウス等の入力装置を操作して入力した検査IDを、画像ビューワー4の入出力インターフェースを経由して取得する。

【0051】

異常度算出手段42は、取得した検査IDを検索キーとして、その検査IDで特定される検査で取得された画像の画像データとその画像データに対する異常陰影候補検出処理の結果を取得するための検索を、記憶手段31のデータベースに対して行う。次に、取得した処理結果を入力として、画像中の検査部位(乳房)の異常の程度を示す異常度を画像毎に算出する。具体的には、悪性と判断された仮候補の数、および各仮候補のゆう度比 D_{m1} / D_{m2} の平均値を異常度として算出する。

【0052】

順序決定手段43aは、異常度算出手段41によって算出された画像毎の異常度を入力として、異常度の高い順、すなわち、悪性と判断された仮候補の数が多い順で、仮候補の数と同じ場合にはゆう度比 D_{m1} / D_{m2} の平均値の高い順に画像が画面出力されるように出力順序を決定する。図10(a)は画像毎の出力順序の一例である。図では、画像ID001~006によって識別される各画像が前述の異常度が高い順に並べ替えられている。

【0053】

画像出力手段44は、順序決定手段43aによって決定された出力順序に基づいて、異常度算出手段42が取得した画像データによる画像を画像ビューワー4のディスプレイに出力する。なお、各画像の切替えは、一定時間間隔での自動切替えもしくは読影者のマウス等の操作による手動切替えのいずれかを選択できるようになっている。また、出力対象の画像の画像データは、異常度算出手段41が取得せず、画像出力手段45が、出力時に1画像分ずつ記憶手段31から取得してもよい。

【0054】

以上のように、本発明の第1の実施形態となる画像読影支援システムXでは、画像ビューワー4において、異常度算出手段42が、画像処理サーバ2の異常陰影候補検出手段による処理の結果に基づいて読影対象の画像毎の異常度を算出し、順序決定手段43aが、

10

20

30

40

50

読影対象の複数の画像の出力順序を異常度の高い順となるように決定し、画像出力手段 4 4 が決定された出力順序で読影対象の複数の画像を順次切り替えて画面出力する。したがって、読影者は、複数の医用画像を異常度の高い順に読影することができるので、後半の画像の読影において、読影者の疲労による注意力の低下等により異常陰影の見落としが増える危険性を低減することが可能になり、診断効率や診断精度の向上に資する。

【0055】

本発明の第 2 の実施形態となる画像読影支援システム Y は、読影者が複数の順序決定条件から所望のものを選択できるようにしたものである。この画像読影支援システム Y のハードウェア構成は図 1 と同じである。また、図 8 は、画像読影支援システム X に実装された機能と、このシステムにおけるデータの流れとを示すブロック図である。図に示すように、画像処理サーバ 2 に実装された各処理部 2 1 ~ 2 4 は第 1 の実施形態と同様である。一方、画像ビューワ 4 には、読影対象の画像の出力順序を決定するための条件（順序決定条件）を設定する条件設定手段 4 5 が付加されているとともに、順序決定手段 4 3 a は、条件設定手段 4 5 で設定された順序決定条件に応じて読影対象の複数の画像の出力順序を決定する順序決定手段 4 3 b に置換されている点が第 1 の実施形態とは異なる。以下、第 1 の実施形態と相違する手段について、その詳細を説明する。

10

【0056】

条件設定手段 4 5 は、画像の読影の際の複数の画像の読影順序を決定するための条件の選択を促す画面を画像ビューワ 4 のディスプレイに出力させ（図 9 参照）、読影者が画像ビューワ 4 のキーボードやマウス等の入力装置を操作して選択した順序決定条件を画像ビューワ 4 の入出力インターフェースを経由して取得する。ここで、順序決定条件は、図 9 に示すように、「重要画像から読影する」、「検査順に読影する」、「ランダムに読影する（教育・研修用）」の 3 つの条件から選択するようになっている。「重要画像から読影する」条件では、第 1 の実施形態と同様に、読影対象の画像の出力順序が異常度の高い順となる。また、「検査順に読影する」条件では、検査（撮影）が行われた順（撮影日時や検査番号の順）となる。さらに、「ランダムに読影する（教育・研修用）」条件では無作為な順となる。なお、この画面は、図 7 の検査 ID 入力画面において、読影順序設定ボタンを画面上で押下することによって表示される。また、この画面を表示させなかった場合には、初期値である「重要画像から読影する」条件が選択される。

20

【0057】

順序決定手段 4 3 b は、条件設定手段 4 2 で設定された順序決定条件に応じて以下の処理を行う。

30

【0058】

まず、「重要画像から読影する」が選択された場合には、順序決定手段 4 3 b は、検査指定手段 4 1 で取得された検査 ID を検索キーとして、その検査 ID で特定される検査で取得された複数の画像の画像データとその画像データに対する異常陰影候補検出処理の結果とを取得するための検索を、記憶手段 3 1 のデータベースに対して行う。次に、異常度算出手段 4 2 に異常度の算出の要求メッセージを送信する。異常度算出手段 4 2 は、この要求メッセージを受けて、順序決定手段 4 3 b によって取得された異常陰影候補検出処理の結果に基づいて、第 1 の実施形態と同様にして異常度を算出し、処理終了メッセージを順序決定手段 4 3 b に送信する。順序決定手段 4 3 b は、第 1 の実施形態と同様に、異常度算出手段 4 1 によって算出された画像毎の異常度を入力として、異常度の高い順に画像が画面出力されるように出力順序を決定する（図 10（a）参照）。

40

【0059】

「検査順に読影する」が選択された場合には、順序決定手段 4 3 b は、検査指定手段 4 1 で取得された検査 ID を検索キーとして、その検査 ID で特定される検査で取得された複数の画像の画像データを取得するための検索を、記憶手段 3 1 のデータベースに対して行う。次に、取得した画像の撮影日時の昇順になるように、画像の出力順序を決定する。

【0060】

「ランダムに読影する（教育・研修用）」が選択された場合には、順序決定手段 4 3 b

50

は、検査指定手段 4 1 で取得された検査 ID を検索キーとして、その検査 ID で特定される検査で取得された複数の画像の画像データを取得するための検索を、記憶手段 3 1 のデータベースに対して行う。次に、取得した画像データの各々に対応する乱数を発生させ、その乱数の昇順になるように、各々の乱数に対応づけられた画像の出力順序を決定する（図 10 (b) 参照）。

【0061】

画像出力手段 4 4 は、第 1 の実施形態と同様に、順序決定手段 4 3 b によって決定された出力順序に基づいて画像を画面出力する。

【0062】

以上のように、本発明の第 2 の実施形態となる画像読影支援システム Y では、画像ビューワー 4 において、読影者が条件設定手段 4 5 により選択した順序決定条件に基づいて、順序決定手段 4 3 c が読影対象の複数の画像の出力順序を決定するので、読影者は読影目的に応じた適切な順序で画像の読影を行うことが可能になり、診断効率や精度の向上に資する。例えば、異常度の高い順に画像を画面出力するようにした場合には、第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。また、教育目的で画像の読影を行う場合には、異常度に基づいてランダムな順で医用画像を画面出力するにすれば、画像中の異常陰影の有無が予測不可能になり、読影能力の向上のための教育に効果的である。

10

【0063】

本発明の第 3 の実施形態となる画像読影支援システム Z は、第 2 の実施形態の「重要画像から読影する」場合において、画像毎の異常度だけでなく、その画像に対応する患者の属性や検査履歴、その画像に対する他の読影者による読影結果にも基づいて出力順序を決定するようにしたものである。この画像読影支援システム Z のハードウェア構成は図 1 と同じである。また、図 1 1 は、画像読影支援システム Z に実装された機能と、このシステムにおけるデータの流れとを示すブロック図である。図に示すように、画像処理サーバ 2 に実装された各処理部 2 1 ~ 2 4 は第 1 の実施形態と同様である。一方、データ管理サーバ 3 では、記憶手段 3 1 が、画像データと異常陰影候補検出処理結果だけでなく、各々の画像に対応する患者の属性や検査履歴、各々の画像に対する他の読影者による読影結果も記憶する記憶手段 3 1 c に置換されているとともに、画像ビューワー 4 では、順序決定手段 4 3 b が、「重要画像から読影する」場合において、画像毎の異常度と、各々の画像に対応する患者の属性や検査履歴、各々の画像に対する他の読影者による読影結果にも基づき、重要度の高い順になるように出力順序を決定する順序決定手段 4 3 c に置換されている点が、第 2 の実施形態とは異なる。以下、第 2 の実施形態と相違する手段について、その詳細を説明する。

20

30

【0064】

図 1 2 は、記憶手段 3 1 c に記憶されているデータの管理体系、すなわちデータベースの論理的構造を模式的に表したものである。図に示すように、記憶手段 3 1 c には、画像情報、検査情報、患者情報、患者検査履歴情報、読影結果情報の 5 つのカテゴリーの情報が記憶されている。画像情報には、各画像を特定する画像 ID 毎に、その画像が取得された検査を特定する検査 ID、その画像に対応する患者を特定する患者 ID、撮影日時等の画像に付帯する情報、その画像に対する異常陰影候補の検出結果、その画像の画像データが記憶されている。検査情報には、各検査を特定する検査 ID 毎に、検査日時や検査部位等の検査の内容を示す情報が記憶されている。患者情報には、各患者を特定する患者 ID 毎に、氏名、性別等の患者の属性を示す情報が記憶されている。患者検査履歴情報には、検査毎の受検者、受検者毎の受けた検査が特定できるように、検査 ID と患者 ID が記憶されている。読影結果情報には、読影対象の各画像の画像 ID 毎、かつ読影者を特定する読影者 ID 毎に読影結果が記憶されている。また、画像情報と検査情報とは検査 ID により、画像情報と患者情報は患者 ID により、検査情報と患者検査履歴情報とは検査 ID により、患者情報と検査履歴情報は患者 ID により、画像情報と読影結果情報とは画像 ID により、各々関連づけられている。

40

【0065】

50

順序決定手段43cは、条件設定手段45において「重要画像から読影する」が選択された場合には、検査指定手段41で取得された検査IDを検索キーとして、その検査IDで特定される検査で取得された複数の画像の画像データとその画像データに対する異常陰影候補検出処理の結果、さらに、その画像に対応する患者の同じ検査部位における検査履歴の有無、その画像に対する他の読影者の読影結果の有無を取得するための検索を、記憶手段31のデータベースに対して行う。

【0066】

ここで、記憶手段31cでは、画像情報に基づいて、検索キーの検査IDの値と一致する検査IDを有する複数の画像を特定し、各々の画像の画像データと異常陰影候補検出処理の結果を取得する。また、検査情報に基づいて、検索キーの検査IDの値と一致する検査の検査部位を特定する（以下、これを読影対象の検査部位という）。さらに特定された画像毎に、その画像に対応する患者IDを検索キーとして患者検査履歴情報を検索し、その患者IDの値と一致する患者IDと関連づけられた検査ID、すなわち、読影対象の画像に対応する患者が受けた他の検査の検査IDを取得する。そして、取得した検査IDを検索キーとして検査情報を検索し、この他の検査の検査IDと一致する検査IDと関連づけられた検査の検査部位を取得する。ここで、取得した他の検査の検査部位と読影対象の検査部位を比較し、検査部位が一致するものがあれば、その検査部位についての検査履歴ありと判定する。これにより、読影対象の画像毎に、その画像に対応する患者が、今回の検査と同じ部位について過去に検査を受けていたかどうかを判定することができる。一方、画像情報に基づいて特定された画像IDの各々を検索キーとして読影結果情報を検索し、検索キーの画像IDと一致する画像IDと関連づけられた読影結果の有無を判定する。以上の処理の後、データ管理サーバ3は、画像毎の画像データ、異常陰影候補検出処理結果、検査履歴の有無、他の読影者による読影結果の有無を画像ビューワー4に送信する。

【0067】

順序決定手段43cは、画像ビューワー4からこれらの情報を受信した後、第1の実施形態と同様にして、異常度算出手段42に異常度の算出を行わせる。次に、算出された異常度に応じて、読影対象の画像を4つのカテゴリに分類し、高異常度のカテゴリから順に画面出力されるように、また、同一カテゴリでは、過去の検査履歴がある患者の画像や、他の読影者による読影結果がある画像が先に画面出力されるように、読影順序を決定する。なお、異常度に応じたカテゴリの分類は、例えば、悪性と判断された仮候補の数が2以上のものを最高異常度カテゴリ、悪性と判断された仮候補の数が1のものを高異常度カテゴリ、悪性と判断された仮候補の数が0で仮候補の総数が1以上のものを中異常度カテゴリ、悪性と判断された仮候補の数も仮候補の総数も0のものを低異常度カテゴリとすることができる。また、過去の検査履歴の有無や他の読影者による読影結果の有無の他、患者の性別、年齢等の患者の属性情報を出力順序の決定要素として利用してもよい。

【0068】

画像出力手段44は、第1の実施形態と同様に、順序決定手段43bによって決定された出力順序に基づいて画像を画面出力する。

【0069】

以上のように、本発明の第3の実施形態では、画像ビューワー4において、順序決定手段43cが、「重要画像から読影する」場合において、読影対象の画像毎の異常度だけでなく、各々の画像に対応する患者検査履歴や各々の画像に対する他の読影者による読影結果の有無にも基づき、重要度の高い順になるように出力順序を決定する。したがって、より多角的な観点から重要度の高い画像を決定することができ、読影者はその画像を優先的に読影することができるので、診断効率や診断精度の向上にさらに資する。

【0070】

ところで、記憶手段31cに記憶されている患者情報や患者検査履歴情報等は、電子カルテとして管理されている情報であり、画像情報中の患者IDを検索キーとして取得することができるので、検査IDを検索キーとするデータベース検索の際に、画像ビューワー

10

20

30

40

50

4 が読影対象の画像の画像データとともにこれらの情報を取得し、画像とともにディスプレイ出力することも可能である。一方、カルテが紙媒体によって管理されている場合、読影対象の画像の出力順序を変更すれば、カルテもそれに合わせて並べ替える必要が生じ、非効率的である。したがって、本実施形態のように画像情報と患者情報や患者検査履歴情報を関連づけて電子的に記憶しておくことにより、診断効率のさらなる向上にも資する。

【0071】

なお、以上の実施形態では、異常度算出手段42や順序決定手段43a~43cを画像ビューワ4に実装していたが、これらのすべて、または一部を画像処理サーバ2に実装するようにしてもよい。特に、第1の実施形態のように、読影対象の画像の出力順序が予め定められている場合には、画像処理サーバ2において、記憶手段31に画像や処理結果を記憶させるために各データを送信する前に、異常度算出手段42や順序決定手段43a

10

による処理を行い、決定された出力順序も記憶手段31に記憶させるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明の実施形態となる画像読影支援システムのハードウェア構成の概要を示す図

【図2】本発明の第1の実施形態となる画像読影支援システムに実装された機能と、このシステムにおけるデータの流れとを示すブロック図

【図3】アイリスフィルタ処理における勾配ベクトルを算出するマスクを示す図

【図4】輪郭形状が適応的に変化するように設定されたアイリスフィルタを示す概念図

20

【図5】候補領域の面積Aと同等の面積を有する仮想円を示す図

【図6】ゆう度比を説明する図

【図7】検査IDの入力を促す画面の一例を示す図

【図8】本発明の第2の実施形態となる画像読影支援システムに実装された機能と、このシステムにおけるデータの流れとを示すブロック図

【図9】読影順序を設定する画面の一例を示す図

【図10】読影対象の画像の出力順序の一例を示す図(a:重要画像順、b:ランダム)

【図11】本発明の第3の実施形態となる画像読影支援システムに実装された機能と、このシステムにおけるデータの流れとを示すブロック図

【図12】記憶手段に記憶されているデータの管理体系、すなわちデータベースの論理的構造を模式的に表した図

30

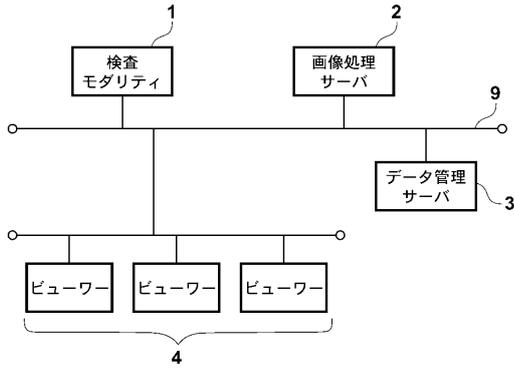
【符号の説明】

【0073】

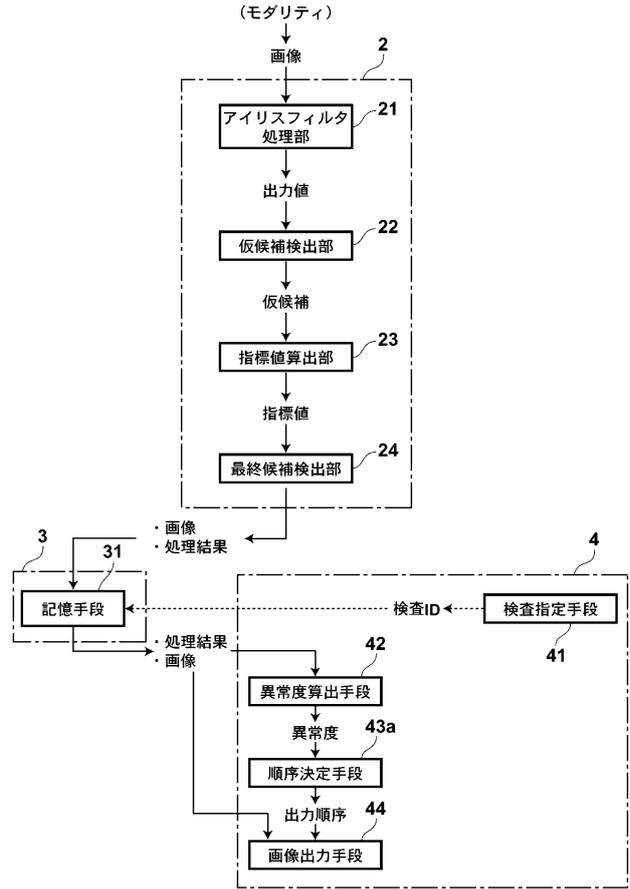
- 1 検査モダリティ
- 2 画像処理サーバ
- 3 データ管理サーバ
- 4 画像ビューワ
- 21 アイリスフィルタ処理部
- 22 仮候補検出部
- 23 指標値算出部
- 24 最終候補検出部
- 31、31c 記憶手段
- 41 検査指定手段
- 42 異常度算出手段
- 43a、43b、43c 順序決定手段
- 44 画像出力手段
- 45 条件設定手段

40

【 図 1 】



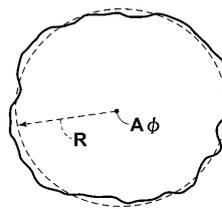
【 図 2 】



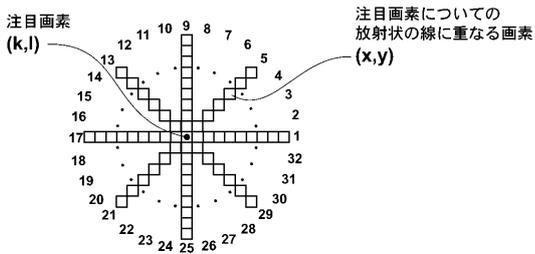
【 図 3 】

f7	f6	f5	f4	f3
f8				f2
f9		画素 m		f1
f10				f16
f11	f12	f13	f14	f15

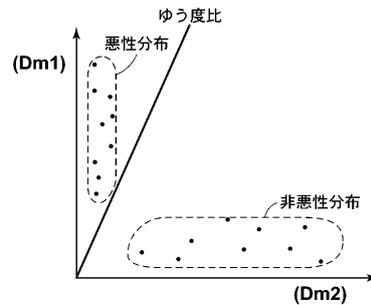
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】

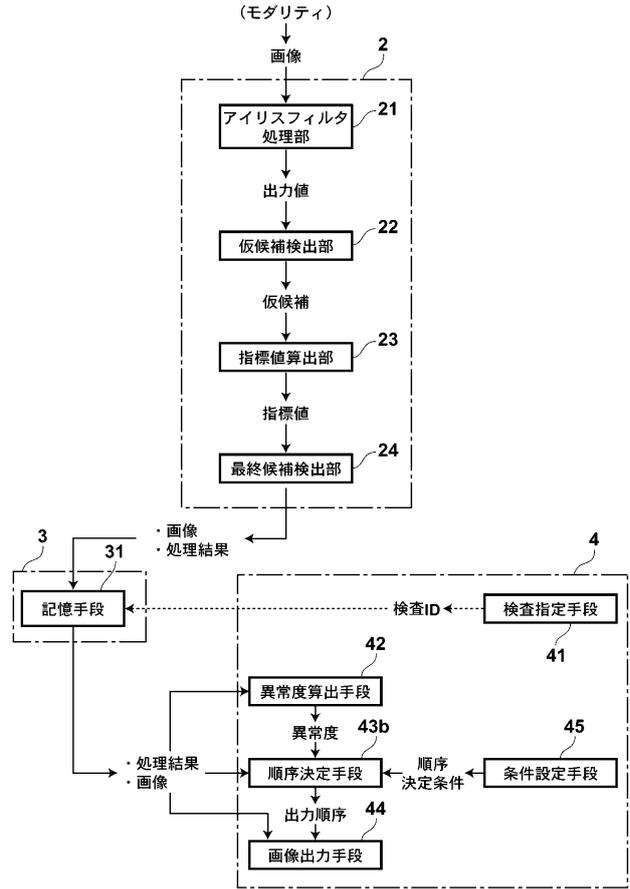
検査ID入力

検査IDを入力してください。

S20041021AB06

読影開始 キャンセル 読影順序設定…

【 図 8 】



【 図 9 】

読影順序設定

- 重要画像から読影する
- 検査順に読影する
- ランダムに読影する (教育・研修用)

【 図 10 】

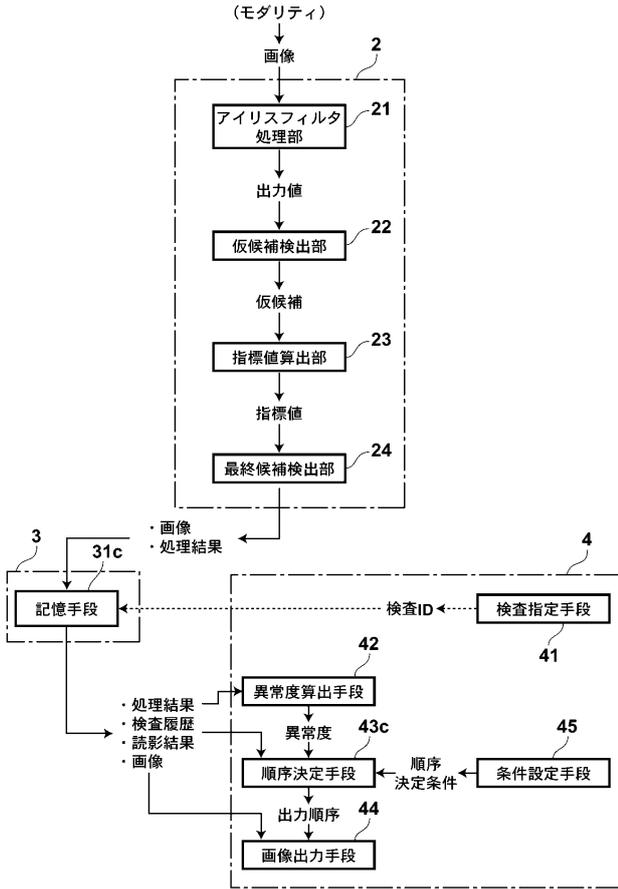
(a)

画像ID	候補数	平均ゆう度比
006	2	2.5
003	2	2.1
004	1	2.8
001	1	2.3
005	0	1.8
002	0	1.6

(b)

画像ID	候補数	平均ゆう度比	乱数
005	0	1.8	47
001	1	2.3	50
003	2	2.1	97
002	0	1.6	124
006	2	2.5	152
004	1	2.8	231

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

