

(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2005-294932

(P2005-294932A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04N 5/325	A61B 6/00 350M	4C093
G06T 1/00	G06T 1/00 290A	5B057
	A61B 6/00 350N	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-103069 (P2004-103069)	(71) 出願人	303000420 コニカミノルタエムジー株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)	(74) 代理人	100085187 弁理士 井島 藤治
		(72) 発明者	梶 大介 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタエムジー株式会社内
		Fターム(参考)	4C093 CA04 CA15 EB05 EB13 EB17 FF08 FF27 5B057 AA08 BA03 BA24 BA26 CA02 CA08 CA12 CA16 CC01 CE11 CH08 CH18 DC06 DC16 DC36

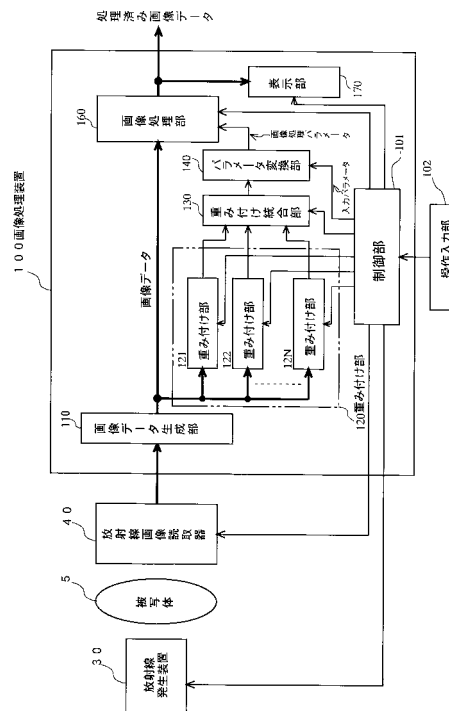
(54) 【発明の名称】 画像処理方法及び画像処理装置並びに画像処理プログラム

(57) 【要約】

【課題】 画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、簡易な操作で適切な処理パラメータによって画像処理する。

【解決手段】 画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力手段と、前記パラメータ入力手段で入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する1または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換手段と、前記パラメータ変換手段で変換された1または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理手段と、を有することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理方法であって、

画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力ステップと、

前記パラメータ入力ステップで入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する 1 または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換ステップと、

前記パラメータ変換ステップで変換された 1 または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理ステップと、
を有することを特徴とする画像処理方法。 10

【請求項 2】

前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、

ことを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】

前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の画像処理方法。 20

【請求項 4】

前記パラメータ変換ステップでは、意思決定理論に基づいて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の画像処理方法。

【請求項 5】

前記パラメータ変換ステップでの意思決定理論に基づく入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、

ことを特徴とする請求項 4 記載の画像処理方法。 30

【請求項 6】

被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理装置であって、

画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力手段と、

前記パラメータ入力手段で入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する 1 または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換手段と、

前記パラメータ変換手段で変換された 1 または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。 40

【請求項 7】

前記パラメータ入力手段で入力される前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、

ことを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記パラメータ変換手段で変換される前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パ 50

ラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、
ことを特徴とする請求項 6 または請求項 7 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記パラメータ変換手段では、意思決定理論に基づいて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、

ことを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記パラメータ変換手段での意思決定理論に基づく入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、

ことを特徴とする請求項 9 記載の画像処理装置。

10

【請求項 11】

被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理プログラムであって、

画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力ルーチンと、

前記パラメータ入力ルーチンで入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する 1 または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換ルーチンと、

前記パラメータ変換ルーチンで変換された 1 または複数の画像処理パラメータを用いて

画像処理を実行する画像処理ルーチンと、
を有することを特徴とする画像処理プログラム。

20

【請求項 12】

前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、

ことを特徴とする請求項 11 記載の画像処理プログラム。

【請求項 13】

前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、

ことを特徴とする請求項 11 または請求項 12 のいずれかに記載の画像処理プログラム。

30

【請求項 14】

前記パラメータ変換ルーチンでは、意思決定理論に基づいて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、

ことを特徴とする請求項 11 乃至請求項 13 のいずれかに記載の画像処理プログラム。

【請求項 15】

前記パラメータ変換ルーチンでの意思決定理論に基づく入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、

ことを特徴とする請求項 14 記載の画像処理プログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射線画像を処理する際の画像処理方法および画像処理装置ならびに画像処理プログラムに関し、さらに詳しくは、平易な操作によって診断等に適した放射線画像を得ることができる画像処理方法および画像処理装置ならびに画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、放射線画像を直接デジタル画像として撮影できる装置が開発されている。たとえ

50

ば、被写体に照射された放射線量を検出し、その検出量に対応して形成される放射線画像を電気信号として得る装置としては、輝尽性蛍光体を用いたディテクタを用いる方法が特開昭55-12429号公報、特開昭63-189853号公報など、多数開示されている。

【0003】

このような装置では、シート状の基板に輝尽性蛍光体を塗布、あるいは蒸着等によって固着したディテクタに、いったん被写体を透過した放射線を照射して輝尽性蛍光体に放射線を吸収させる。

【0004】

その後、この輝尽性蛍光体を光または熱エネルギーで励起することにより、この輝尽性蛍光体が上記吸収によって蓄積している放射線エネルギーを蛍光として放射させ、この蛍光を光電変換して画像信号を得るようにしている。

10

【0005】

一方、照射された放射線の強度に応じた電荷を光導電層に生成し、生成された電荷を二次元的に配列された複数のコンデンサに蓄積し、それら蓄積された電荷を取り出すことにより得られる放射線画像検出装置が提案されている。

【0006】

このような放射線画像検出装置では、フラットパネルディテクタ(FPD)と呼ばれるものを使用している。この種のFPDは、特開平9-90048号公報に記載されているように、照射された放射線強度に応じた蛍光を発する蛍光体と、蛍光体から発する蛍光を直接または縮小光学系を介して受光して光電変換を行うフォトダイオードやCCDのような光電変換素子の組み合わせによって実現されるものが知られている。

20

【0007】

また特開平6-342098号公報に記載されているように、照射された放射線を直接電荷に変換するものも知られている。

これらの放射線画像検出装置では、取得した画像に対して、診断に適した画像となるよう、階調変換処理やエッジ強調処理などの画像処理を行うのが一般的である。

【0008】

なお、このようにして得られた画像データに基づく放射線画像を表示したり出力する場合、撮影条件の変動を受けることなく見やすい放射線画像となるように画像処理が行われている。

30

【0009】

このため、放射線画像の所望の領域内の画像データの累積ヒストグラムを求めたのち、この累積ヒストグラムが所定の割合となるデータレベルを基準信号値と設定して画像処理を行うことが、以下の特許文献1に記載されている。

【0010】

また、高信号値領域と低信号値領域の分布状態に基づいて、画像処理条件を定めて、適切な画像処理を行うことが、以下の特許文献2に記載されている。

【特許文献1】特開平6-61325号公報(第1頁、図1)

【特許文献2】特開2000-1575187号公報(第1~5頁、図6)

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

例えば、従来処理での胸部画像の画像処理条件は以下のように決定される。ここで例えば、閾値である T_r 、 T_l を決定する k_1 、 k_2 を変更可能にすることで認識する胸郭の左右端の位置を調整することができる。また、例えば累積ヒストグラムから基準信号値を決定するための閾値である m_1 、 m_2 を変更可能にすることで検出する肺野内の信号値を変えることが可能となる。また、例えば階調処理や周波数処理を行う場合、所望のコントラストを得ようとするれば、階調特性のコントラストをあげることで得ることも可能であるし、周波数処理でコントラストを得ることもできる。画像の可視範囲においても、階調特性を低くすることで可視範囲を広げることが可能であるし、イコライゼーション処理により可視範囲

50

を広げることとも可能である。

【0012】

このように同様な目的に対して複数のパラメータによる調整が必要な場合はオペレータが実際に画像を出力して、比較した結果、オペレータの判断により最終的なパラメータが決定されていた。

【0013】

しかし、従来の方法では変更するためのパラメータは処理を行うためのアルゴリズムあるいはプログラミング的な要素から決定されるため、直感的には非常に分かりづらい。

例えば、上記ですでに触れたように、画像コントラストを調整する機能として階調処理によるLUTの平均的な傾きを表す値を変更する方法がある。一方、画像の鮮鋭度を調整する機能として周波数強調処理が考えられるが周波数強調処理は画像のコントラストへの影響を与える。とくに低周波成分からの強調を行った場合は画像の大きな成分のレスポンスを操作することになり、画像コントラストへの影響は少なくない。したがってオペレータが画像のコントラストを値で調整した後に鮮鋭度の調整として、周波数強調処理を操作した場合、画像コントラストにまで影響を及ぼすことになり、所望の画像処理パラメータを得るまでに幾度も両方の処理を調整しなければならないという問題が生じる。

10

【0014】

このため、画像処理内容を詳しく知らない場合、適切な値への変更は非常に難しいものであった。また、複数のパラメータが互いに独立ではなく、お互いを適切な値に調整することで最適なパラメータが得られる場合、画像処理内容を熟知していないと適切な値を得ることはほとんど不可能であった。

20

【0015】

本発明は以上のような課題に鑑みてなされたものであって、画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、簡易な操作で適切な処理パラメータによって画像処理することが可能な画像処理方法および画像処理装置ならびに画像処理プログラムを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

すなわち、前記した課題を解決は、以下に列記する発明により解決される。

(1) 請求項1記載の発明は、被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理方法であって、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力ステップと、前記パラメータ入力ステップで入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する1または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換ステップと、前記パラメータ変換ステップで変換された1または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法である。

30

【0017】

(2) 請求項2記載の発明は、前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求項1記載の画像処理方法である。

40

【0018】

(3) 請求項3記載の発明は、前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0019】

(4) 請求項4記載の発明は、前記パラメータ変換ステップでは、意思決定理論に基づ

50

いて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の画像処理方法である。

【0020】

(5) 請求項5記載の発明は、前記パラメータ変換ステップでの意思決定理論に基づき入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、ことを特徴とする請求項4記載の画像処理方法である。

【0021】

(6) 請求項6記載の発明は、被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理装置であって、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力手段と、前記パラメータ入力手段で入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する1または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換手段と、前記パラメータ変換手段で変換された1または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理手段と、を有することを特徴とする画像処理装置である。

10

【0022】

(7) 請求項7記載の発明は、前記パラメータ入力手段で入力される前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求項6記載の画像処理装置である。

20

【0023】

(8) 請求項8記載の発明は、前記パラメータ変換手段で変換される前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求項6または請求項7のいずれかに記載の画像処理装置である。

【0024】

(9) 請求項9記載の発明は、前記パラメータ変換手段では、意思決定理論に基づいて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、ことを特徴とする請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の画像処理装置である。

30

【0025】

(10) 請求項10記載の発明は、前記パラメータ変換手段での意思決定理論に基づき入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、ことを特徴とする請求項9記載の画像処理装置である。

【0026】

(11) 請求項11記載の発明は、被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う画像処理プログラムであって、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力ルーチンと、前記パラメータ入力ルーチンで入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する1または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換ルーチンと、前記パラメータ変換ルーチンで変換された1または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する画像処理ルーチンと、を有することを特徴とする画像処理プログラムである。

40

【0027】

(12) 請求項12記載の発明は、前記入力パラメータは、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求

50

項 1 1 記載の画像処理プログラムである。

【 0 0 2 8 】

(1 3) 請求項 1 3 記載の発明は、前記画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである、ことを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 のいずれかに記載の画像処理プログラムである。

【 0 0 2 9 】

(1 4) 請求項 1 4 記載の発明は、前記パラメータ変換ルーチンでは、意思決定理論に基づいて入力パラメータから画像処理パラメータへの変換が実行される、ことを特徴とする請求項 1 1 乃至請求項 1 3 のいずれかに記載の画像処理プログラムである。

10

【 0 0 3 0 】

(1 5) 請求項 1 5 記載の発明は、前記パラメータ変換ルーチンでの意思決定理論に基づく入力パラメータから画像処理パラメータへの変換は、ファジィ積分に基づいて実行される、ことを特徴とする請求項 1 4 記載の画像処理プログラムである。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 1 】

本願発明によれば、以下に列記するような効果が得られる。

(1) この発明では、被写体を透過した放射線の照射線量に応じた信号を有する放射線画像の画像データに対し、画像処理パラメータによって画像処理を行う際に、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付け、前記パラメータ入力ステップで入力された入力パラメータを予め定められた関係に基づいて画像処理に使用する 1 または複数の画像処理パラメータに変換し、前記パラメータ変換ステップで変換された 1 または複数の画像処理パラメータを用いて画像処理を実行する。

20

【 0 0 3 2 】

このように、画像処理パラメータを直接入力するのではなく、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付け、入力パラメータから画像処理パラメータに変換するようにしていることで、画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、簡易な操作で適切な処理パラメータによって画像処理することが可能になる。

30

【 0 0 3 3 】

(2) 画像処理パラメータを直接入力するのではなく、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータとして、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータの入力を受け付け、入力パラメータから画像処理パラメータに変換するようにしている。これにより、画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、把握しやすい簡易な入力パラメータの入力操作によって、適切な処理パラメータによって画像処理することが可能になる。

40

【 0 0 3 4 】

(3) このように、画像処理パラメータを直接入力するのではなく、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を受け付け、入力パラメータから、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数の画像処理パラメータに変換するようにしていることで、画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、簡易な操作で適切な処理パラメータによって画像処理することが可能になる。

【 0 0 3 5 】

(4) 入力パラメータから画像処理パラメータへのパラメータ変換では、意思決定理論に基づいて変換が実行されるため、複数の入力パラメータから変換、あるいは、複数の画

50

像処理パラメータへの変換の際の組み合わせを考慮した変換が可能になる。

【0036】

(5) 入力パラメータから画像処理パラメータへの意思決定理論を用いたパラメータ変換では、ファジィ積分に基づいて変換が実行されるため、複数の入力パラメータから変換、あるいは、複数の画像処理パラメータへの変換の際の組み合わせを考慮した変換が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下、図面を参照して本発明の実施をするための最良の形態を詳細に説明する。

本発明の実施をするための最良の形態の画像処理方法および画像処理装置ならびに画像処理プログラムの好適な実施の形態について説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0038】

なお、本実施例の形態例の各手段は、ハードウェアやファームウェア、またはソフトウェアで構成することが可能である。

このため、画像処理方法の各ステップ、画像処理装置の各手段、画像処理プログラムの各ルーチンの処理手順に沿った機能ブロック図としての図1を示す。

【0039】

以下、本発明の実施するための最良の形態の構成および動作について、図1のブロック図、図2のフローチャート、および、その他の説明図を参照しつつ詳細に説明する。なお、図1における各手段は、画像形成装置の各手段を示すだけでなく、画像処理方法の各ステップ、画像処理プログラムの各ルーチンを示すものである。

【0040】

全体構成および処理の流れ

(ア) 全体構成：

放射線発生装置30、放射線画像読取器40、画像処理装置100が、図1に示されるように構成されている。

【0041】

また、画像処理装置100内部には、各部を制御する制御部101、操作入力を受け付ける操作部102、画像データを生成する画像データ生成部110、画像データに基づいて重み付けを行う重み付け部120、複数の重み付けの統合を行う重み付け統合部130、入力パラメータから画像処理パラメータへの変換を行うパラメータ変換部140、画像処理パラメータに基づいて画像処理を実行する画像処理部160、画像処理された画像データや各種状態の表示を行う表示部170が、図1に示すように構成される。なお、図1では重み付け部120内に複数N個の重み付け部121～12Nが設けられた例を示している。

【0042】

なお、操作入力部102は、画像処理に直接的に用いられる画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付けるパラメータ入力手段を構成している。

【0043】

また、パラメータ変換部140は、操作入力部102で入力された入力パラメータを、予め定められた関係に基づいて、画像処理部160で画像処理に使用する1または複数の画像処理パラメータに変換するパラメータ変換手段を構成している。

【0044】

(イ) 処理の流れ：

・制御部101は、放射線画像撮影・読み取り、重み付け、重み付け統合、入力パラメータの受け付け、入力パラメータから画像処理パラメータへのパラメータ変換、および、画像処理パラメータに基づく画像処理、に伴う各種処理についての制御を行う。

・操作部102を介してオペレータによる各種操作、各種設定を制御部101が受け付け

10

20

30

40

50

る。この段階では、撮影（放射線発生）に関する各種操作、各種設定を受け付ける。

・放射線発生装置 30 からの放射線は被写体 5 を透過し、この被写体 5 を透過した放射線は放射線画像読取器 40 により読み取られる。放射線発生装置 30 での放射線発生および放射線画像読取器 40 における読み取りの際は、制御部 101 からの制御に基づいて実行される。

・放射線画像読取器 40 により読み取られた信号は、画像データ生成部 110 で画像データに変換される（図 2 S 1）。

・重み付け部 120 は、放射線画像データの所定の取り決めに基づいて画素毎に重みを付与する（図 2 S 2）。なお、付与する重みが単独であれば（図 2 S 2 で Y）、1 種類の重みを生成して付与する（図 2 S 3）。

・重み付け統合部 130 は、付与される重みが複数であれば（図 2 S 2 で N）、複数の重みについて、所定の取り決めに従い統合する（図 2 S 5）。

・操作入力部 102 を介して、画像処理に直接的に用いられる画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた 1 または複数の入力パラメータの入力を、制御部 101 が受け付ける（図 2 S 6）。

・パラメータ変換部 140 は、重み付け部 120 からの重みを参照し、操作入力部 102 を介して入力されている 1 または複数の入力パラメータを、予め定められた関係に基づいて、画像処理に使用する 1 または複数の画像処理パラメータに変換する（図 2 S 7）。

・画像処理部 160 は、画像データ生成部 110 からの画像データについて、パラメータ変換部 140 で変換された画像処理パラメータに従って、画像処理を実行する（図 2 S 8）。

・画像表示する必要がある（図 2 S 9 で Y）、与えられた重みと、変換された画像処理パラメータを、画像処理済みの放射線画像に重畳して表示する（図 2 S 10）。また、必要がある場合は、画像処理パラメータを生成する元となる入力パラメータを、画像処理済みの放射線画像に重畳して表示する。

・以上の各処理が完了した後、制御部 101 の制御に基づいて、処理済み画像データを外部に出力する（図 2 S 11）。

【0045】

各手段、各ステップの詳細内容

（1）各部の動作・制御：

制御部 101 では、まず、撮影部位、撮影体位または撮影方向等の情報をユーザインタフェースである操作入力部 102 などから取得する。これらの情報は、ユーザが撮影部位や撮影体位等を特定することで行う。例えば、表示部 170 とタッチパネルなどの操作入力部 102 とを兼ね備えた当該画像処理装置のユーザインタフェースから、撮影部位や撮影体位が表示されたボタンを押すこと等により入力される。そのほか、磁気カード、バーコード、HIS（病院内情報システム：ネットワークによる情報管理）等を利用しても行われる。

【0046】

（2）放射線画像入力：

放射線発生器 30 は制御部 101 によって制御されており、放射線発生器 30 から放射された放射線は、被写体 5 を通して放射線画像読取器 40 の前面に装着されている撮像パネルに照射される。そして、放射線画像読取器 40 では、被写体 5 を透過した放射線を検知して、画像信号として取得する。

【0047】

具体的な構成例としては、輝尽性蛍光体プレートを用いたものとして、特開平 11-142998 号公報や特開 2002-156716 号公報に記載されたものがある。また、フラットパネルディテクタ（FPD）を入力装置として用いるものには、特開平 6-342098 号公報に記載された、検出した X 線を直接電荷に変換し、画像信号として取得するものや、特開平 9-90048 号公報に記載された、検出した X 線を一旦光に変換した後、その光を受光して電荷に変換する、間接方式のものがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

なお、放射線画像読取器 4 0 は、放射線画像を記録した銀塩フィルムにレーザー、蛍光灯等の光源からの光を照射し、この銀塩フィルムの透過光を光電変換して画像データを生成してもよい。また、放射線量子計数型検出器を用いて放射線エネルギーを直接電気信号に変換して画像データを生成する構成であってもよい。

【 0 0 4 9 】

被写体 5 の放射線画像を得る際には、放射線発生器 3 0 と放射線画像読取器 4 0 の撮像パネルの間に被写体 5 が位置するものとされて、放射線発生器 3 0 から放射された放射線が被写体 5 に照射されると共に、被写体 5 を透過した放射線が撮像パネルに入射される。

【 0 0 5 0 】

(3) 関心領域設定 :

ところで、放射線画像の撮影に際しては、例えば診断に必要とされない部分に放射線が照射されないようにするため、あるいは診断に必要とされない部分に放射線が照射されて、この部分で散乱された放射線が診断に必要とされる部分に入射されて分解能が低下することを防止するため、被写体 5 の一部や放射線発生器 3 0 に鉛板等の放射線非透過物質を設置して、被写体 5 に対する放射線の照射野を制限する照射野絞りが行われる。

【 0 0 5 1 】

この照射野絞りが行われた場合、照射野内領域と照射野外領域の画像データを用いてレベルの変換処理やその後の階調処理を行うものとする、照射野外領域の画像データによって、照射野内の診断に必要とされる部分の画像処理が適正に行われなくなってしまう。このため、画像データ生成部 1 1 0 では、照射野内領域と照射野外領域を判別する照射野認識が行われる。

【 0 0 5 2 】

照射野認識では、例えば特開昭 6 3 - 2 5 9 5 3 8 号で示される方法が用いられて、図 3 A に示すように撮像面上の所定の位置 P から撮像面の端部側に向かう線分上の画像データを用いて例えば微分処理が行われる。この微分処理によって得られた微分信号 S d は、図 3 B に示すように照射野エッジ部で信号レベルが大きくなるため、微分信号 S d の信号レベルを判別して 1 つの照射野エッジ候補点 E P 1 が求められる。この照射野エッジ候補点を求める処理を、撮像面上の所定の位置を中心として放射状に行うことにより複数の照射野エッジ候補点 E P 1 ~ E P k が求められる。このようにして得られた複数の照射野エッジ候補点 E P 1 ~ E P k の隣接するエッジ候補点を直線あるいは曲線で結ぶことにより照射野エッジ部が求められる。

【 0 0 5 3 】

また、特開平 5 - 7 5 7 9 号で示される方法を用いることもできる。この方法では、撮像面を複数の小領域に分割したとき、照射野絞りによって放射線の照射が遮られた照射野外の小領域では、略一様に放射線の放射線量が小さくなり画像データの分散値が小さくなる。また、照射野内の小領域では、被写体によって放射線量が変調されることから照射野外に比べて分散値が高くなる。さらに、照射野エッジ部を含む小領域では最も放射線量が小さい部分と被写体によって変調された放射線量の部分が混在することから分散値は最も高くなる。このことから、分散値によって照射野エッジ部を含む小領域が判別される。

【 0 0 5 4 】

また、特開平 7 - 1 8 1 4 0 9 号で示される方法を用いることもできる。この方法では、画像データを所定の回転中心に関して回転移動させて、平行状態検出手段によって照射野の境界線が画像上に設定された直交座標の座標軸と平行となるまで回転を行うものとし、平行状態が検出されると、直線方程式算出手段によって回転角度と回転中心から境界線までの距離によって回転前の境界の直線方程式が算出される。その後、複数の境界線に囲まれる領域を直線方程式から決定することで、照射野の領域を判別することができる。また照射野エッジ部が曲線である場合には、境界点抽出手段で画像データに基づき例えば 1 つの境界点を抽出し、この境界点の周辺の境界候補点群から次の境界点を抽出する。以下同様に、境界点の周辺の境界候補点群から境界点を順次抽出することにより、照射野エッ

10

20

30

40

50

ジ部が曲線であっても判別することができる。

【0055】

照射野認識が行われると、放射線画像読取器からの画像データDTの分布を所望のレベルの分布に変換する際に、放射線画像読取器からの画像データDTのレベルの分布を決定するための領域（以下「関心領域」という）の設定を行う。

【0056】

この関心領域の設定では、たとえば胸部正面画像では診断上重要な領域がすべて含まれるように肺野全体に設定される。

なお、この実施の形態では、照射野認識、関心領域設定は必ずしも必要としない。この場合、以下で行われる重み候補の算出に加えて、一定領域内の画素値の分散値が低い部分に低い重みを与えることで、素抜け部や照射野外の領域を低く、人体領域を高く重み付けした重み候補を考える方法を用いてもよい。なお、この場合分散値を求める一定領域としては画像の $1/40 \sim 1/20$ 程度の領域を、照射野外領域あるいは素抜け領域にとることが望ましい。

(4)重み付与：

ここで重み付け部120は、放射線画像の所定の取り決めに基づいて画素毎あるいは画像内の所定の大きさに区切られた各領域に対して重みを付与する。

【0057】

(4a)画像領域の所定位置への重み付け：

画像データの重み付けとしては、例えば、画像の所定の位置に関して重みを予め付与する方法が考えられる。これは撮影部位や撮影体位毎にテンプレートのようなものを用意し、診断の重要度に従い画像内の所定位置に所定の重みを付与するものである。例えば胸部正面画像においては図4で示されるAの領域に重要度1をそれ以外の領域には1より小さい重要度を与える方法が考えられる。

【0058】

(4b)画像領域のエッジ点への重み付け：

また、ラプラシアンフィルタや微分フィルタを用いて画像のエッジ抽出を行い、エッジのコントラストを用いることで診断上重要となる被写体構造を構成する部分のエッジに高い重みを与えることができる。このエッジの検出には上記のフィルタの他にウェーブレットやガウス-ラプラシアンフィルタのような多重解像度を利用することもできる。この部分に関しては、「ウェーブレット解析の基礎理論」、新井康平著、森北出版株式会社、p80、2000年出版を参照することができる。

【0059】

すなわち、この重みとして、例えば、画像から上記フィルタを使用して得られたエッジ成分の絶対値をとることができる。また、この他に、図5(a)、図5(b)に示すような関数を使用することで、ノイズのような小さな部分や照射野端などの人工物による大きなエッジの重要度を低くすることができる。

【0060】

ここで図5中の および はそれぞれエッジ最大値信号値の10%、90%程度に設定されることが望ましい。図6(a)は頸椎についてのオリジナル画像、図6(b)は図6(a)の頸椎画像について検出されたエッジを示した様子である。

【0061】

さらに、エッジ抽出としては、3チャンネルフィルタバンクを用いることでより効率的にエッジの検出が可能となる。この3チャンネルフィルタバンクとは、デジタルデータに対してフィルタ処理を行うフィルタ処理手段であり、3チャンネルフィルタバンクの形式に構成されており、異なる特性の複数のフィルタによりデジタルデータの分解を行う分解フィルタ部、および、前記分解フィルタ部の分解出力のそれぞれをダウンサンプリングするダウンサンプリング部、並びに、前記ダウンサンプリング部の出力を受けて前記分解されたデジタルデータを再構成する再構成フィルタ部を有する構成であり、前記分解フィルタ部は、ラプラシアンフィルタ及び差分(Sobel)フィルタ並びに単純平均フ

10

20

30

40

50

フィルタで構成されている、ものを指している。

【0062】

(4c)画像中央重要度、および、画像端への重み付け：

診断上重要な部分は画像中央に設定されることが多いので、図7に示すように画像中央ほど高い重みを与える方法も有効である。また、逆に端部に行くにしたがって高い重みを与えることもできる。このようにすることで画像端部に被写体が位置することが多い撮影で適した重みを与えることができる。このような部位としては例えば、マンモグラフィーやパントモグラフィーが考えられる。

【0063】

(4d)照射野端への重み付け：

他にも画像の濃度が著しく高いあるいは低い場合は低い重みを、また、近傍エッジとの連結度を調べ、連結度に従って重みを与えることもできる。具体的にはラプラシアンフィルタなどの閾値以上の値をエッジとして得られたエッジ検出画像に対しハフ変換を用いてパラメータ空間に変換し、このパラメータ空間での投票数が1以上の直線あるいは円形を逆ハフ変換により導き、この直線あるいは円形の上にいる画素の重みを投票数に従い図8(a)のようなグラフにより重みを算出する。このようにすることで照射野エッジなどの不要な点の重みを低くし、それ以外の領域に高い重みを与えることができる。ここで図8(a)の値は検出したいエッジの長さにより異なり、撮影部位や撮影体位により変更することが望ましいが、経験的には画像の縦幅あるいは横幅の1/3程度の大きさが望ましい。ここで、ハフ変換については、「画像認識の基礎[11]-特徴抽出、エッジ検出、テクスチャー解析」,森俊二・板倉梅子著、オーム社、1990年出版などを参照することができる。

10

20

【0064】

(4e)統計量(分散値など)に基づいた重み付け：

さらに原画像(図9(a))から判別分析法を利用して2値化処理を行い画像内の素抜け領域や照射野外領域を認識し(図9(b))、これらの領域の平均分散値を調べ、平均分散値に従って重み付けを行うこともできる。この場合重みを図10のようなグラフによる算出される係数を画像全体の重みにかけることで、粒状度の良い画像ほど重い全体の重みを高くすることができる。また、ここでは分散値を用いたがこれ以外の統計量を使用することも可能である。この場合、例えば画素値に関するヒストグラムを作成し、この度数分布に従って重みを与える方法がある。このようにすることで、出現頻度の高い画素値に高い重みを与えることが可能である。

30

【0065】

さらに、これらの方法によって求めた重みを重み候補とし、後述する重み付け統合を実行することを前提として、いずれが複数の重み付けを組み合わせで並行して実行することも可能である。

【0066】

なお、上記では画素単位で重みを決定する手法を挙げたが、これらの方法はもちろん画像の所定の大きさに区切られた領域に対して決定してもよい。この場合、例えば画像を所定の割合で間引き、間引き画像に上記のような画素単位の重み付けを行った後、オリジナル画像に対応する間引き画素の重みを反映する方法や所定の領域の平均値をその領域の画素値と考え、上記のような重み付けを行うことが考えられる。

40

【0067】

(5)重み付け統合：

ここで重み付け統合部130では、重み付け部120で算出された複数の重みのなかで、より診断に重要な組み合わせが重要視されるように統合される。これにより、診断に必要な領域を重視されるように統合される。これにより、診断に必要な領域を重視した処理が可能となる。

【0068】

すなわち、複数の重み付け候補を重み付け統合部130にて、それらの重み付けを利用して最終的な重み付けを決定する。なお、最終的な重みは得られた重みを例えば最大値を

50

1にするなどの正規化を行い、各手法による重み付けの最大あるいは最小値を利用することで、最大値を用いた場合、各画素についてもっとも効果的であった重みを選択でき、最小値を用いた場合、最低でも保証される重要度を選択する最も慎重な重みを与えることが可能となる。

【0069】

この他、次のような意思決定理論で用いられるファジィ積分を使用することで各手法の組み合わせを考慮した重みを与えることが可能になる。

このファジィ積分には例えば、次のようにシヨケ積分を利用することができる。この手法を用いるにはファジィ積分に必要となるファジィ測度を与える必要がある。ファジィ測度とはルベグ積分で要求される測度の条件から完全加法性の条件を緩めた測度空間 (X, F, μ) のことであり、具体的には以下の条件が通常要求される。

10

【0070】

X を集合、 $F = 2^X$ としたとき、 μ を次の 1 ~ 4 のように与える。

1. $\mu(\emptyset) = 0$ 、

2. $\mu(X) = 1$ 、

3. $A \in 2^X$ のとき、 $0 < \mu(A) < 1$ 、

4. $A, B \in 2^X$ とするとき $A \cap B = \emptyset$ ならば $\mu(A \cup B) = \mu(A) + \mu(B)$ 、

これはたとえば、重み付け候補が「エッジ強度」、「画像中央度」、「画像濃度」からなる場合、これらの集合を $X = \{\text{エッジ強度}, \text{画像中央度}, \text{画像濃度}\}$ と表せばベキ集合 2^X に対して、主観的尺度を考慮した測度を以下のように与えることを意味する。

20

【0071】

$\mu(\emptyset) = 0.0$ 、

$\mu(\{\text{エッジ強度}\}) = 0.6$ 、

$\mu(\{\text{画像中央度}\}) = 0.3$ 、

$\mu(\{\text{エッジ強度}, \text{画像中央度}\}) = 0.8$ 、

$\mu(\{\text{画像濃度}\}) = 0.3$ 、

$\mu(\{\text{画像濃度}, \text{エッジ強度}\}) = 0.7$ 、

$\mu(\{\text{画像濃度}, \text{画像中央度}\}) = 0.9$ 、

$\mu(\{\text{画像濃度}, \text{画像中央度}, \text{画像エッジ強度}\}) = 1.0$ 、

このようにして決定した測度に対してシヨケ積分は次のように定義される。

30

【0072】

【数1】

$$(C) \int h d\mu \equiv \int_0^{+\infty} \mu(\{x; h(x) \geq \alpha\}) d\alpha + \int_{-\infty}^0 [\mu(\{x; h(x) \geq \alpha\}) - \mu(X)] d\alpha$$

【0073】

上式は X の各要素をその 1 つでの重み (測度) が小さい順に $x_{\{1\}}, x_{\{2\}}, \dots$ とし、 $A_{\{1\}}$ を X から $x_{\{1\}}$ に対応する要素を除いた集合、 $A_{\{2\}}$ を X から $x_{\{1\}}, x_{\{2\}}$ に対応する要素を除いた集合、 \dots とした場合、

40

(C) $\int h d\mu = \sum_{i=1}^n (x_{\{i\}} - x_{\{i-1\}}) \mu(A_{\{i\}}) (a_{\{0\}} = 0)$ 、

で計算することである。

【0074】

これは例えば、対象画素の重み候補がそれぞれ、エッジ強度 = 0.6、画像中央度 = 0.5、画像濃度 = 0.7 であった場合、ファジィ積分結果は、

$1.0 * 0.5 + 0.8 * (0.6 - 0.5) + 0.5 * (0.7 - 0.6) = 0.63$ 、

となることを意味し、図 11 の面積を求めたことになる。このようにファジィ積分は主観的尺度を用いた尺度によるその重みにしたがって重ねたものの面積に相当し、主観的な尺度が反映された重みの統合を可能とする。この点に関しては、「ファジィ理論の基礎」、井上洋・天笠美知夫著、朝倉書店、P.89-104、1997年出版を参照することができる。

50

【 0 0 7 5 】

また、複数種類の重み付けを実行し、複数の重み付けによって得られた重み付け候補のうちいずれかについて、操作部 1 0 2 からの操作によって、選択されるようにすることも可能である。この他、菅野積分などの他のファジィ積分を用いることもできる。

【 0 0 7 6 】

(6) パラメータ入力 :

ここで、入力パラメータは、画像処理に用いられる画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて、操作入力部 1 0 2 を介して入力されるように予め定められた 1 または複数のパラメータである。

【 0 0 7 7 】

具体的には、撮影部位、撮影体位、照射野の形状、照射野の広さ、画像中央の重要度、画像内特定領域の重要度、画像内高周波成分の重要度、画像内領域での粒状の重要度、画像内領域における平均濃度の指定値からの差、のうち少なくとも一つを含む 1 又は複数のパラメータである。

10

【 0 0 7 8 】

すなわち、操作者が画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、操作者が把握しやすい簡易な入力パラメータを、後述する画像処理パラメータに変換可能な対応関係と共に、予め定めておく。このため、主観的尺度に基づいて定められたパラメータを入力パラメータとしてもよい。

【 0 0 7 9 】

なお、画像処理を実行する際のパラメータ (画像処理パラメータ) は、一般的には関数の係数や各要素の重みなどが含まれ、その指標が操作者にとって直感的に理解しやすいものとは限らない。

20

【 0 0 8 0 】

そのため、画像処理の調整をする際にそのパラメータの意味を理解していない場合は、適切な調整が行えない。しかし、この問題は次のように直感的に理解できるパラメータ (入力パラメータ) を用意し、それらを画像処理パラメータに変換する手続きを有することで回避が可能である。

【 0 0 8 1 】

なお、パラメータは、可能である限り 0 ~ 9 までの値というように正規化されることが望ましい。このようにすることで調整者は設定値がパラメータの許容範囲のどの程度の値を入力したかを明確に判断することができる。

30

【 0 0 8 2 】

(6 a) 照射野形状 :

入力パラメータを、「 1 . 円形」、「 2 . 四角形」、「 3 . 六角形」、「 4 . その他の多角形」、などと照射野形状について、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【 0 0 8 3 】

(6 b) 照射野広さ :

入力パラメータを、「 0 」 ~ 「 9 」などと正規化された数値で、照射野広さについて、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

40

【 0 0 8 4 】

(6 c) 画像中央重要度 :

入力パラメータを、「 0 」 ~ 「 9 」などと正規化された数値で、画像中央重要度について、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【 0 0 8 5 】

(6 d) 特定領域重要度 :

入力パラメータを、「 1 . 画像右端側」、「 2 . 画像左端側」、「 3 . 画像上端側」、

50

「4．画像下端側」、「5．その他の領域」、などとして、画像特定領域重要度について、入力値に応じて画像の指定方向側の重要度を高くするように、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【0086】

(6e)画像の高周波成分の重要度：

入力パラメータを、「0」～「9」などと正規化された数値で、この数値が大きいほど周波数処理の周波数特性を高周波を重視するように、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【0087】

(6f)画像粒状抑制重要度：

入力パラメータを、「0」～「9」などと正規化された数値で、この数値が大きいほど周波数処理の強調度を低くするように、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【0088】

(6g)画像濃度と指定濃度との差の重要度：

入力パラメータを、「0」～「9」などと正規化された数値で、この数値が大きいほど領域内の画像ヒストグラム出現頻度が最大になる信号値の出力濃度と理想出力濃度の差の制限を狭くするように、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。

【0089】

(6h)部位情報：

入力パラメータを、「0」～「9」などと正規化された数値で、この数値が大きいほど、部位の大きさが大きい状態になるように、あらかじめ、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められたパラメータとして設定しておく。具体的には指などでは上記のパラメータを0～3程度、腹部などでは8～9程度に設定すればよい。

【0090】

(7)パラメータ変換：

ここで、画像処理パラメータは、画像処理部160で画像処理に使用されるパラメータであり、本実施形態では、操作入力部102から入力される入力パラメータとは別のパラメータであり、入力パラメータから画像処理パラメータが変換されるように予め定められたものである。

【0091】

ここで、画像処理パラメータは、コントラスト調整パラメータ、階調処理パラメータ、周波数強調処理パラメータ、イコライゼーション処理パラメータ、のうち少なくとも一つを含む1又は複数のパラメータである。

【0092】

なお、画像処理を実行する際のパラメータ(画像処理パラメータ)は、一般的には関数の係数や各要素の重みなどが含まれる。

パラメータ変換部140での、入力パラメータから画像処理パラメータへのパラメータ変換では、意思決定理論に基づいて変換が実行されることが望ましい。ここでは、パラメータ変換部140に意思決定理論に基づいた変換手段を備えることで、複数の入力パラメータから変換、あるいは、複数の画像処理パラメータへの変換の際の組み合わせを考慮した変換が可能になる。

【0093】

なお、入力パラメータから画像処理パラメータへの意思決定理論を用いたパラメータ変換では、ファジィ積分に基づいて変換が実行されることが更に望ましい。このようにファジィ積分を用いることで、複数の入力パラメータから変換、あるいは、複数の画像処理パラメータへの変換の際の組み合わせを考慮した変換が可能になる。

【0094】

そして、このようなパラメータ変換を行うようにしていることで、画像処理内容の詳細

10

20

30

40

50

を知らない場合であっても、主観的尺度に基づいた簡易な入力操作だけで、実際の画像処理に合致した適切な処理パラメータによって画像処理することが可能になる。

【0095】

また、入力パラメータの大きさにより変換されるそれぞれの画像処理パラメータは、例えば線形に変換されてもよいし、図12のように非線形な変換テーブルであってもよい。

パラメータ変換の具体例：

なお、このパラメータ変換部140での入力パラメータから画像処理パラメータへのパラメータ変換として、以下のような具体例が考えられる。

- ・照射野形状 エッジ抽出の際の処理パラメータ、
- ・照射野広さ エッジ抽出の際の処理パラメータ、
- ・画像中央重要度 画像中央に重み付けする際の分散値を求める処理パラメータ、
- ・画像特定領域重要度 特定領域に重み付けする際の分散値を求める処理パラメータ、
- ・画像高周波成分重要度 階調処理パラメータ、
- ・画像粒状抑制重要度 周波数強調処理パラメータ、
- ・画像濃度と指定濃度と差の重要度 濃度差が大きくなるようにするコントラスト調整パラメータ、
- ・部位情報(大～小) 画像領域(画像全体～画像中央部)への重みパラメータ、

10

【0096】

(7a)照射野形状：

入力パラメータとして照射野形状(「1.円形」、「2.四角形」、「3.六角形」、「4.その他の多角形」、など)が入力された場合、設定された値をに応じてハフ変換により検出する図形の形状を変更する。具体的にはハフ変換による図形の抽出には、例えば直線抽出においては(はじめての画像処理技術、岡崎 彰夫著、工業調査会、P.100)直線の方程式は曲座標表示の場合、 (x, y) を通る直線群は $-xcos + ysin$ で表すことができ、この および を1つ固定すると画像上の直線を1つ決定したことになる。したがって、上記のエッジ抽出などにより抽出されたエッジ点を通る直線群を(,)空間にプロットした場合、同一直線上に複数のエッジ点が位置するようであれば、(,)空間における複数の曲線が1点で交わることになる(図13参照)。

20

【0097】

この交点における交わる曲線の本数(投票数)が閾値以上の直線を選択することで直線を検出することができる。同様に $(c1, c2)$ を中心とし、半径が $(x1, x2)$ と $(c1, c2)$ の距離をとる円の群は点 $(x1, x2)$ を通る円の群となる。この $(c1, c2)$ をパラメータ空間として同様の処理を行えば、円のエッジを検出することが可能になる。このように事前に検出するエッジの形状が分かっているならば、一方の処理のみを行うことで処理時間が早くなるだけでなく、直線に近い大きな弧を直線と誤認識することがなくなり、エッジの抽出精度を上げることができる。そして、操作者はこの形状を入力することで内部のハフ変換のような仕組みを意識することなく、精度のよいエッジ抽出が可能となる。

30

【0098】

(7b)照射野広さ：

入力パラメータとして照射野広さ(「0.極めて狭い」～「9.極めて広い」など)が入力された場合、入力値が大きいほど前述のハフ変換における投票数の閾値を大きくしすることで、より正確に照射野のエッジを抽出することができる。この場合も操作者は装置内部の画像処理動作や画像処理アルゴリズムなどを意識することはなく、照射野の広さという直感的な値(入力パラメータ)を入力すればよい。

40

【0099】

(7c)画像中央重要度：

入力パラメータとして画像中央重要度(「0」～「9」などと正規化された数値で、画像中央についての重要度)が入力された場合、小さいほど画像全体で均一な重み付け、入力値が大きいほど中央に大きく重み付けする際の計算式の分散値を求める。このようにすることで、小さい値を入れるほど画像全体を重要と考え、大きい値を入れるほど画像中央

50

を重要に考えるように、パラメータが変換されるようになる。

【0100】

(7d)特定領域重要度：

入力パラメータとして特定領域重要度（「1．画像右端側」、「2．画像左端側」、「3．画像上端側」、「4．画像下端側」、「5．その他の領域」、など）が入力された場合、入力パラメータに応じた位置で大きく重み付けする際の計算式の分散値を求めるように、パラメータが変換される。

【0101】

(7e)画像の高周波成分の重要度：

入力パラメータとして高周波成分の重要度（「0」～「9」などと正規化された数値で、この数値が大きいほど周波数処理の周波数特性を高周波を重視するパラメータ）が入力された場合、この数値が大きいほど周波数処理の周波数特性を高周波を重視するように、周波数強調処理や階調処理のパラメータに変換される。 10

【0102】

3チャンネルのフィルタをフィルタバンクとして使用する場合、高解像度レベル、具体的には分解レベルの上位1, 2番目より得られるエッジ領域の測度が大きなファジィ測度の組み合わせを選択するようにすることで、操作者は内部の処理を意識することなく、高周波成分について最適化された階調処理パラメータを設定することができる。

【0103】

また、フィルタ処理に使用するマスクのサイズをMとした場合、入力パラメータpにタイして、パラメータ変換のための変換式 $M = 30 - 3 \times p$ を用いることで、入力パラメータの数値が大きいほど高周波成分を強調することが可能になる。 20

【0104】

(7f)画像粒状抑制重要度：

入力パラメータとして画像粒状抑制重要度（「0」～「9」などと正規化された数値）が入力された場合、この数値が大きいほど周波数処理の強調度を低くして粒状を抑制するような周波数処理の画像処理パラメータに変換される。

【0105】

具体的には、周波数処理補正值をFHとした場合、入力パラメータpに対して、 $FH = p / 10 * 2$ と算出する。そして、補正值をGHとした場合、 $GH = p / 10 * 3$ と算出する。これらFH、GHを用いて周波数強調補正值および平均出力値に掛け合わせることで粒状を抑制した処理を行うことができる。 30

【0106】

(7g)画像濃度と指定濃度との差の重要度：

入力パラメータとして画像濃度と指定濃度との差の重要度（「0」～「9」などと正規化された数値）が入力された場合、この数値が大きいほど領域内の画像ヒストグラム出現頻度が最大になる信号値の出力濃度と理想出力濃度の差の制限を狭くするように、濃度差が大きくなるようにするコントラスト調整パラメータに変換される。

【0107】

具体的には例えば差の制限値をRとすると、入力パラメータpに対して、 $R = p * 0.3$ などとするにより制限値Rを算出し、この値より濃度差が大きくなるように処理を制限することで、簡単に常に領域内の濃度が指定範囲から一定の差であるような処理パラメータを設定することができる。 40

【0108】

(7h)部位情報：

入力パラメータとして部位情報（「1．指などの最も小さい部位」、「3．掌などの小さい部位」、「9．腹部などの最も大きい部位」などのように、「0」～「9」などと正規化された数値）が入力された場合、入力された部位に対応する大きさにより、重要度の重みを変更するようなパラメータに変換する。たとえば、指のような小さな部位であれば画像中央度を中央程高い重みが置かれるように設定し、腹部のように大きな部位で画像全 50

体にほぼ均一な重みがかかるようにする。

【0109】

(7i) 複数パラメータが独立でない場合の変換：

また、以上の複数の画像処理パラメータが互いに独立ではなく、お互いを適切な値に調整することで最適なパラメータが得られる場合には、従来であると画像処理内容を熟知していないと適切値を得ることはほとんど不可能であった。しかし、この実施形態では、そのような問題をも解消することができる。

【0110】

ここで、互いに独立でない複数の画像処理パラメータとして、たとえば、「画像鮮鋭度」、「画像コントラスト」を考える。

これらの値は正規化された入力パラメータとして、0～9（大きいほど、鮮鋭度、コントラストが高い）のランクで与えるようにしておく。このとき、例えば周波数強調処理の強調度と階調処理のを次の式で決定する。

$$= R1 * 0.3 * F、$$

$$= R2 * 0.5 - * 0.8、$$

ここで、R1は画像先鋭度の入力パラメータ、R2は画像コントラストの入力パラメータである。また、Fは補正パラメータであって強調する周波数帯域により決定され、強調する周波数帯域が低周波であるほど小さな値を取るよう決定される。

【0111】

ここで、例えば、単純平均を用いた周波数強調処理のマスキングのサイズをMとすれば、

$$F = 1.1 - M / 3 * 0.1、$$

で与えることができる。

【0112】

このように与えることで、相互に関係するパラメータを内部で変換することでユーザーは2つの独立のパラメータとして操作している状態になる。

このため、複数の画像処理パラメータが互いに独立ではない場合に、画像処理内容を熟知しなくても、内部での関係するパラメータの変換により、所望の入力パラメータの調整だけで最終的な適切値を得ることが可能になる。

【0113】

(8) 画像処理パラメータに基づいた画像処理：

ここで、画像処理部160における画像処理パラメータを用いた放射線画像に対する画像処理は、階調処理、イコライゼーション処理、周波数強調処理、コントラスト調整処理、などが該当する。

【0114】

(8a) 階調処理：

画像データ生成部110からの画像データに対し、パラメータ変換部140で変換された画像処理パラメータや重み付け統合部130で統合された重みにより、画像処理部160では、画像処理の一つとして階調処理が実行される。

【0115】

この階調処理では、以下の評価関数を用いて階調処理条件の決定がなされる。ここで特微量評価関数は、LUTのシフト値S、回転量Gをパラメータとして次のように設定される。

【0116】

10

20

30

40

【数 2】

$L_{(s,g)}(x_{ij})$ をスライド値 s 、回転量 g で変換した LUT による画素 x_{ij} の変換結果とする。
また、 Δ をある微小な定数とするとき、
画素 x_{ij} に対する s, g に対する信号増幅率 $A_{(\Delta, s, g)}(x_{ij})$ を、

$$A_{(\Delta, s, g)}(x_{ij}) = \left| \frac{L_{(s,g)}(x_{ij} - \Delta) - L_{(s,g)}(x_{ij} + \Delta)}{2\Delta} \right|$$

とする。

このとき画像 I に対する s, g における特徴量評価関数 $E_I(s, g)$ を

$$E_I(s, g) = \sum_{x_{ij} \in I} \{f(A_{(\Delta, s, g)}(x_{ij})) * W(i, j)\}$$

で与える

10

【0117】

ここで、 $f(x)$ は信号増幅率を補正するための関数、 $W(i, j)$ は x_{ij} の重みを表す。

具体的には、 $f(x)$ は、たとえば、

$f(x) = x - 1$ 、但し $x \geq 1$ の場合。

$f(x) = -(1/x - 1)$ 、但し $1 > x > -1$ の場合。

$f(x) = -C$ 、但し $x = 0$ の場合。

である。

20

【0118】

ここで、 C は、信号が 0 に変換される際の増幅率とする。このような補正関数を通すことで、増幅率が高い、あるいは、低いものを重点的に加点あるいは減点して評価することができる。 s, g 値の決定は、この $E_I(s, g)$ が最大になる値として決定される。

【0119】

このようにすることで、画像無いの重みの高い画素を最も効果的に LUT により増幅されるように変換することができる。なお、以上の各式における C は、3 ~ 5 程度にとることが望ましい。

30

【0120】

(8b) イコライゼーション処理：

イコライゼーション処理とは、画像のダイナミックレンジを圧縮することで画像内のすべての領域を可視範囲に収めることを可能とする処理であるが、その一方で強くこの処理をかけると画像全体のコントラストが失われる傾向があるため、適切な圧縮を行うことが望ましい。

【0121】

この適切なダイナミックレンジ圧縮を行うには、

まず、重み付きヒストグラム $H(x)$ を生成する。ここで、 x は画像のダイナミックレンジの範囲を値にとる変数であり、12ビット画像であれば、 $4095 \geq x \geq 0$ となる。この $H(x)$ は、

40

【0122】

【数 3】

$$H(x) = \sum_{x_{ij}=x} x_{ij} * W(i, j) * D(x)$$

【0123】

で定義される。ただし、ここで $D(x)$ は画像全体を走査し、画素値が x であるときのみ和をとるものとする。

50

ここで、 $D(x)$ は重み付きヒストグラム補正関数であり、たとえば、図14のようにすることで、全体的にイコライゼーション処理としては高信号値の重みを高くするなどの調整ができ、たとえば、皮膚などの描写を重視する際に有効である。

【0124】

このような $H(x)$ を考えることで、重みとその画素の個数の両方を加味した評価を行うことができる。

次に、この $H(x)$ を評価する。評価はこの $H(x)$ の値が所定のしきい値よりも大きな値をとる画素は重要な情報を多く含む画素値であるとして、この値をとる画素値に対してのみ行われる。

【0125】

しきい値を超えた画素値 x は、階調処理条件として決定したLUTに対して、 $A(s,g)(x)$ により増幅率を計算する。この $A(s,g)(x_{ij})$ が所定のしきい値より小さくなる画素が存在する場合には、イコライゼーション処理の度合いを決定するパラメータを強める方向に変更し、イコライゼーション処理の画像に再び同じ評価を行う。この操作をしきい値以下の画素値が無くなるまで、あるいは、あらかじめ定めたパラメータの条件値まで繰り返すことで適切なイコライゼーション処理を行うことが可能になる。

【0126】

(8c)周波数強調処理：

周波数強調処理は画像の高周波成分を強調することにより行われ、画像の鮮鋭度を向上させることが可能となる。しかし、一方で必要以上に処理を施した場合、画像の粒状を悪化させる問題があった。この周波数強調処理を重み付き画像により次のように処理する。すなわち、図15のグラフから算出される強調補正係数を、周波数処理の強調度を表す係数にかける。

【0127】

これにより画素毎に重み付けの小さい画素で周波数処理の強調度を小さくすることが可能となり、ノイズや照射野外などの診断上不要な領域を選択的に弱い強調度を与えることもできる。

【0128】

また、この強調補正係数は図16のように重要度の低い画素で負の値を取ることで、その画素値を減弱するようにしてもよい。さらにこの重み付け画像を作成する際に画像粒状度を使用し、粒状度の重みを高く設定する、あるいはファジィ積分による測度を大きくするなどの方法をとれば画像の粒状度を反映した処理が可能であり、粒状の悪い画像では全体的にその処理を抑えることができる。

【0129】

(8d)コントラスト調整処理：

画像コントラストの調整として、たとえば画像中央度を参照し、この重要度小さな場合は周波数強調度を上げて階調処理のコントラストを下げるなどの方法がある。このときの強調度との関係は強調する周波数帯域などに依存しているのですべての場合に適用できるわけではないが、 α を0.1下げるのに対して周波数処理の強調度(高周波成分の加算度)を0.1上げるのが良好である。

【0130】

(9)表示、出力：

処理済みの画像データについて画像表示部160に画像表示する必要がある(図259でY)、画像処理済みの放射線画像を表示する際に、与えられた重み、入力された入力パラメータ、パラメータ変換により変換された画像処理パラメータ、のいずれかを放射線画像上に重畳した状態で表示する(図2510)。ここでは、放射線画像の表示に対して、少なくとも、画像処理パラメータを重畳させて画像表示することが望ましい。

【0131】

このようにすることで、どのような重みが与えられて画像処理がなされたかが明瞭になる。また、このようにすることで、入力パラメータから変換されたどのような画像処理パ

10

20

30

40

50

ラメータが与えられて画像処理がなされたかが明瞭になる。また、このようにすることで、入力パラメータと画像処理パラメータとの関係が明らかになり、適切な入力パラメータを入力できたかも明瞭になる。

【0132】

さらに、複数種類の重み付けを並行して実行し、これら複数の重み付けを参照して入力パラメータに基づいて変換された複数の画像処理パラメータのそれぞれに従い画像処理を実行しておき、複数の画像処理パラメータのそれぞれで実行された放射線画像を順次表示することも可能である。

【0133】

また、重み、入力パラメータ、画像処理パラメータの対応関係を、画像処理済みの放射線画像と共に表示し、対応関係および画像処理済みの放射線画像が複数存在している場合には、画像処理済みの放射線画像と重み・入力パラメータ・画像処理パラメータの対応関係を、順次表示するようにしてもよい。

10

【0134】

そして、以上の各処理が完了した後、制御部101の制御に基づいて、処理済み画像データを外部に出力する(図2S11)。

以上のように、画像処理パラメータを直接入力するのではなく、画像処理パラメータとは異なる尺度に基づいて予め定められた1または複数の入力パラメータの入力を受け付け、入力パラメータから画像処理パラメータに変換するようにしていることで、画像処理内容の詳細を知らない場合であっても、簡易な操作で適切な処理パラメータによって画像処理

20

【図面の簡単な説明】

【0135】

【図1】本発明の実施するための最良の形態の全体構成を機能的に示すブロック図である。

【図2】本発明の実施するための最良の形態の全体処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図4】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図5】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

30

【図6】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図7】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図8】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図9】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図10】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図11】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図12】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図13】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図14】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【図15】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

40

【図16】本発明の実施するための最良の形態における処理の様子を示す説明図である。

【符号の説明】

【0136】

5 被写体

30 放射線発生装置

40 放射線画像読取器

100 画像処理装置

101 制御部

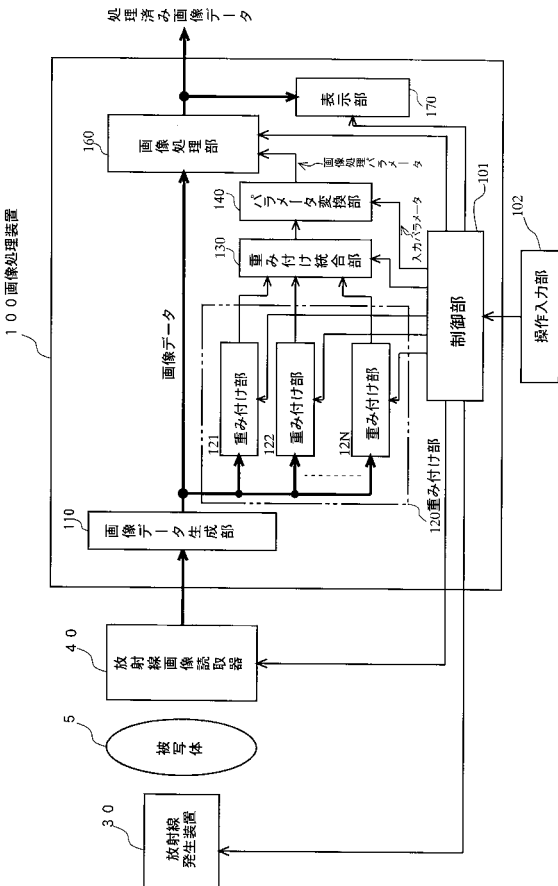
102 操作部

110 画像データ生成部

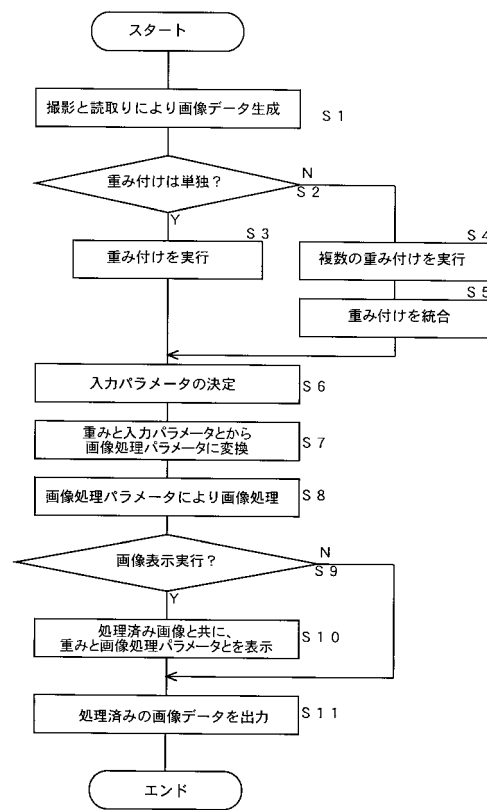
50

- 1 2 0 重み付け部
- 1 3 0 重み付け統合部
- 1 4 0 パラメータ変換部
- 1 6 0 画像処理部
- 1 7 0 画像表示部

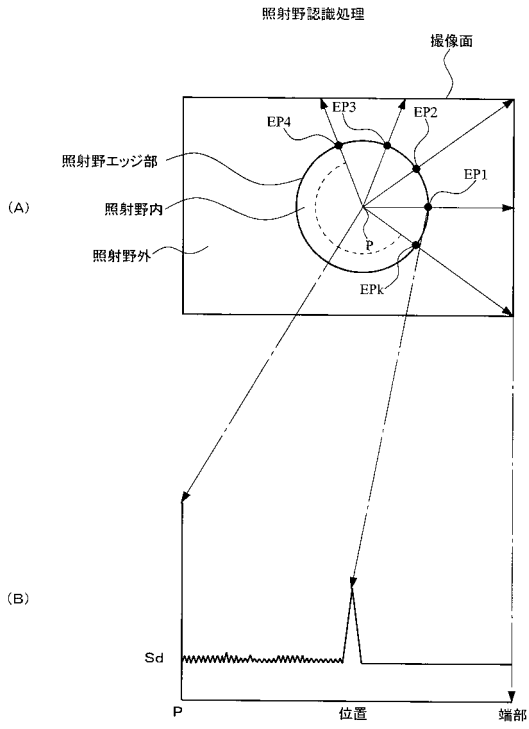
【 図 1 】



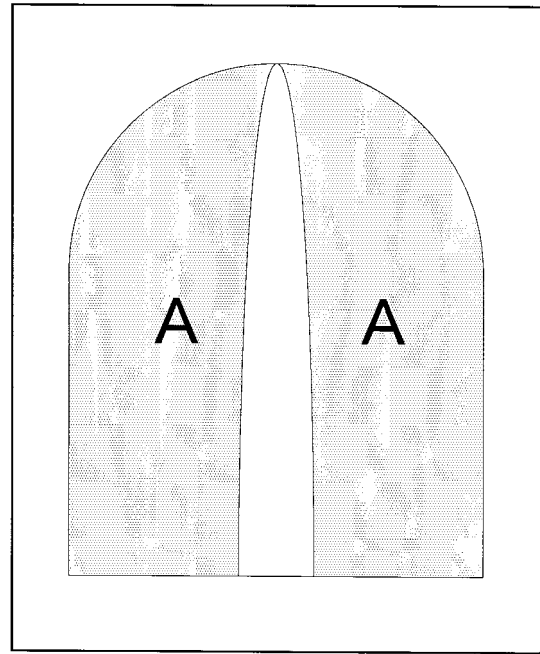
【 図 2 】



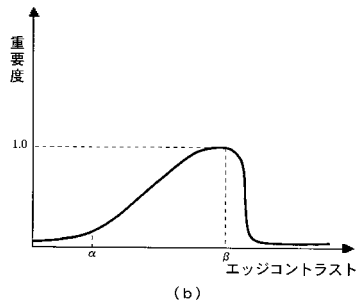
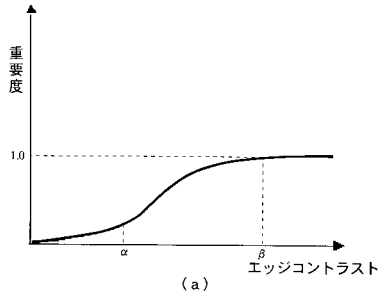
【 図 3 】



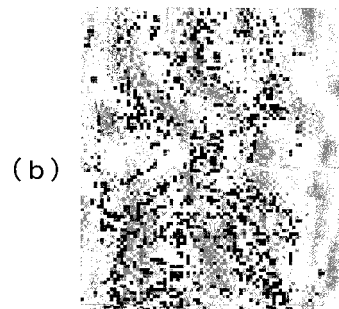
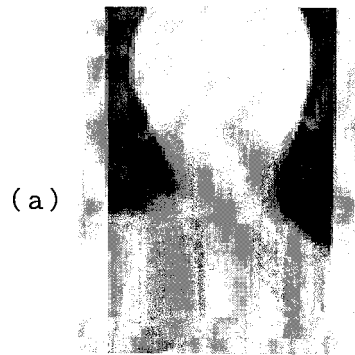
【 図 4 】



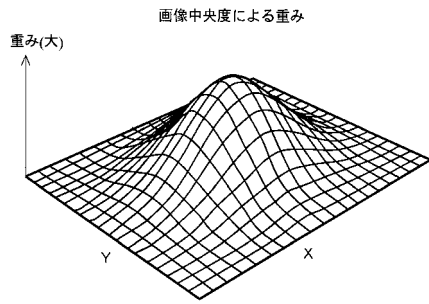
【 図 5 】



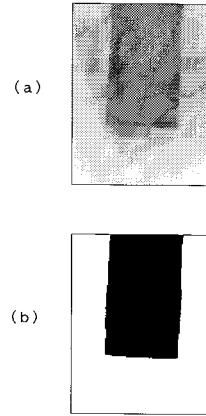
【 図 6 】



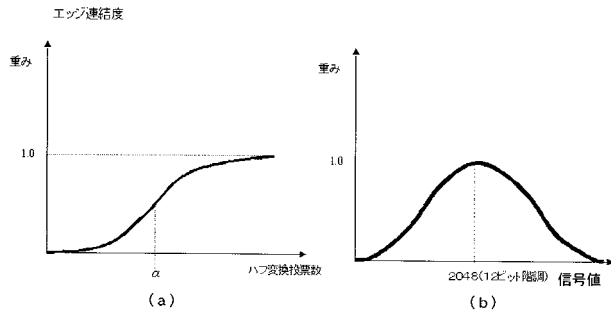
【 図 7 】



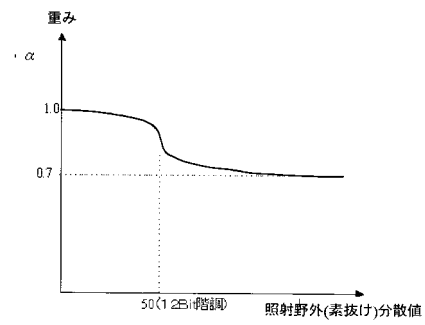
【 図 9 】



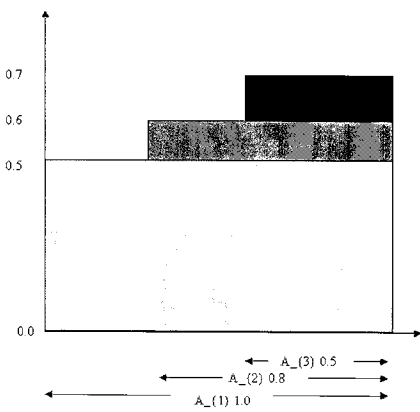
【 図 8 】



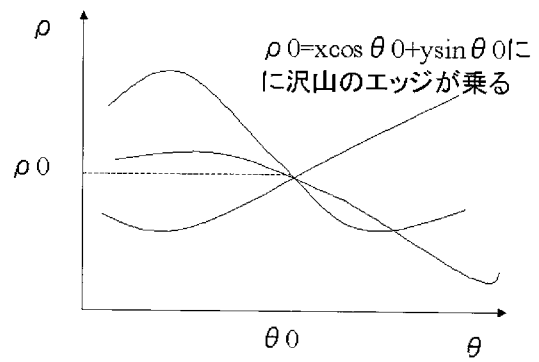
【 図 10 】



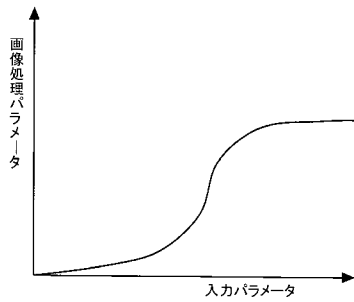
【 図 11 】



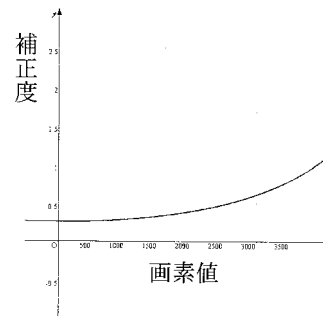
【 図 13 】



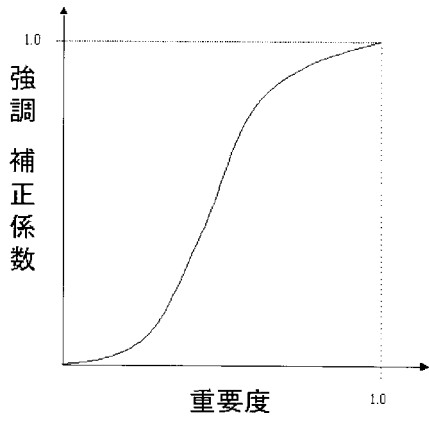
【 図 12 】



【 図 14 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

