

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5959876号
(P5959876)

(45) 発行日 平成28年8月2日 (2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日 (2016.7.1)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 D
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 5 O M
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 6 O C
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 8 O

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-31192 (P2012-31192)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成24年2月16日 (2012.2.16)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2013-165855 (P2013-165855A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成25年8月29日 (2013.8.29)	(74) 代理人	100145735
審査請求日	平成27年1月29日 (2015.1.29)		弁理士 田村 尚隆
		(72) 発明者	高橋 信司
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			株式会社日立メディコ内
		審査官	伊知地 和之
		(56) 参考文献	特開昭63-084526 (JP, A)
			特開平04-188374 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用画像表示装置及び画像表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像データを記憶する記憶部と、
前記画像データの中でウインドウレベル (WL) とウインドウ幅 (WW) とから定まる上限値 (Wmax) と下限値 (Wmin) との間の各画素値に階調変換を施す階調変換部と、
前記階調変換された画像データを画像として表示する表示部と、
前記画素値の閾値を設定する閾値設定部と、
前記閾値に基づいて前記ウインドウレベルを調整するウインドウレベル調整部と、
前記閾値に基づいて前記ウインドウ幅を調整するウインドウ幅調整部と、
を備えた医用画像表示装置であって、
前記閾値設定部が、前記閾値として、前記階調変換を行う前記画像データの画素値の下限値 (T1) を設定した場合には、
前記ウインドウレベル調整部は、前記閾値 (T1) と前記ウインドウ幅 (WW) とに基づいて、前記下限値 (Wmin) が前記閾値 (T1) となるように前記ウインドウレベル (WL) の調整を行い ($WL = T1 + WW / 2$)、
前記ウインドウ幅調整部は、前記閾値 (T1) と前記ウインドウレベル (WL) とに基づいて、前記下限値 (Wmin) が前記閾値 (T1) となるように前記ウインドウ幅 (WW) の調整を行う ($WW = 2 \times (WL - T1)$) ことを特徴とする医用画像表示装置。

【請求項2】

画像データを記憶する記憶部と、
前記画像データの内でウィンドウレベル（WL）とウィンドウ幅（WW）とから定まる
上限値（Wmax）と下限値（Wmin）との間の各画素値に階調変換を施す階調変換部
と、

前記階調変換された画像データを画像として表示する表示部と、
前記画素値の閾値を設定する閾値設定部と、
前記閾値に基づいて前記ウィンドウレベルを調整するウィンドウレベル調整部と、
前記閾値に基づいて前記ウィンドウ幅を調整するウィンドウ幅調整部と、
を備えた医用画像表示装置であって、
前記閾値設定部が、前記閾値として、前記階調変換を行う前記画像データの画素値の上
限値（T2）を設定した場合には、

10

前記ウィンドウレベル調整部は、前記閾値（T2）と前記ウィンドウ幅（WW）とに基
づいて、前記上限値（Wmax）が前記閾値（T2）となるように前記ウィンドウレベル
（WL）の調整を行い（ $WL = T2 - WW / 2$ ）、
前記ウィンドウ幅調整部は、前記閾値（T2）と前記ウィンドウレベル（WL）とに基
づいて、前記上限値（Wmax）が前記閾値（T2）となるように前記ウィンドウ幅（W
W）の調整を行う（ $WW = 2 \times (T2 - WL)$ ）ことを特徴とする医用画像表示装置。

【請求項3】

請求項1又は2記載の医用画像表示装置において、
前記画像データのヒストグラムデータを作成するヒストグラム算出部を備え、
前記閾値設定部は、前記ヒストグラムデータに基づいて前記閾値を設定する
ことを特徴と
する医用画像表示装置。

20

【請求項4】

医用画像表示装置における画像表示方法であって、
画像データを取得するステップと、
前記画像データの内でウィンドウレベル（WL）とウィンドウ幅（WW）とから定まる
上限値（Wmax）と下限値（Wmin）との間の各画素値に階調変換を施す階調変換ス
テップと、

前記階調変換された画像データを画像として表示する表示ステップと、
前記画素値の閾値を設定する閾値設定ステップと、
前記閾値に基づいて前記ウィンドウレベルを調整するウィンドウレベル調整ステップ、
又は、前記閾値に基づいて前記ウィンドウ幅を調整するウィンドウ幅調整ステップと、
を備え、
前記閾値設定ステップで、前記閾値として、前記階調変換を行う前記画像データの画素
値の下限値（T1）を設定した場合には、

30

前記ウィンドウレベル調整ステップは、前記閾値（T1）と前記ウィンドウ幅（WW）
とに基づいて、前記下限値（Wmin）が前記閾値（T1）となるように前記ウィンドウ
レベル（WL）の調整を行い（ $WL = T1 + WW / 2$ ）、
前記ウィンドウ幅調整ステップは、前記閾値（T1）と前記ウィンドウレベル（WL）
とに基づいて、前記下限値（Wmin）が前記閾値（T1）となるように前記ウィンドウ
幅（WW）の調整を行い（ $WW = 2 \times (WL - T1)$ ）、

40

又は、前記閾値設定ステップで、前記閾値として、前記階調変換を行う前記画像デー
タの画素値の上限値（T2）を設定した場合には、

前記ウィンドウレベル調整ステップは、前記閾値（T2）と前記ウィンドウ幅（WW）
とに基づいて、前記上限値（Wmax）が前記閾値（T2）となるように前記ウィンドウ
レベル（WL）の調整を行い（ $WL = T2 - WW / 2$ ）、
前記ウィンドウ幅調整ステップは、前記閾値（T2）と前記ウィンドウレベル（WL）
とに基づいて、前記上限値（Wmax）が前記閾値（T2）となるように前記ウィンドウ
幅（WW）の調整を行う（ $WW = 2 \times (T2 - WL)$ ）ことを特徴とする画像表示方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、医用画像表示の際のウィンドウレベル、ウィンドウ幅を設定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

X線撮像装置、X線CT装置、磁気共鳴撮像装置、及び超音波撮像装置等の医用画像撮像装置は、各々の仕組みに基づいて被検体を撮像して画像データを取得し、画像として表示する。また、これらの医用画像撮像装置にネットワークを介して接続される医用画像表示装置は、医用画像撮像装置から画像データを取得して、その画像データを画像として表示する。本明細書においては、医用画像撮像装置及び医用画像表示装置を纏めて、医用画像表示装置という。

10

【0003】

上記医用画像表示装置においては、操作者によって設定された階調変換を画像データに施して表示装置に表示する。この階調変換は、画像データの各画素値の範囲を表示装置で表示できる輝度値の範囲に変換するものであり、具体的には画素値を輝度値に変換する変換テーブルや変換関数で表すことができる。この変換テーブルや変換関数は2つのパラメータによって規定される。一つは、階調変換を施して表示装置に表示する画像データの画素値の範囲を表すウィンドウ幅(以下、WWという)であり、他の一つは、そのウィンドウ幅の中心値をあらわすウィンドウレベル(以下、WLという)である。

20

【0004】

操作者は、画像を見易く表示するために、表示された画像を見ながら最適なWLとWWに調節する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭63-84526号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

30

画像データに背景ノイズのような低信号の画素値があり、操作者が低信号の画素値を高輝度に表示したくないとき、操作者自身がこのような低信号の画素値が表示されないようにWLとWWに慎重に調節しなければならず面倒であった。

【0007】

また、操作者が見やすいと考えられるWLとWWに自動で調節する技術があるが(特許文献1)、その後にWLとWWの変更を必要とする場合には、前述と同じく、操作者自身が慎重に調節しなければならなかった。

【0008】

そこで、本発明は、上記課題を鑑みて成されたものであり、操作者がWLとWWを設定する際に、所望の画素値範囲が適正に輝度変換されて、被検体画像が所望のコントラストで見やすく表示されるようにすることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の医用画像表示装置及び画像表示方法は、画像データの内でウィンドウレベル(WL)とウィンドウ幅(WW)とから定まる上限値(Wmax)と下限値(Wmin)との間の各画素値に階調変換を施して画像として表示する際に、画素値の閾値を設定し、閾値に基づいてウィンドウレベルを調整するか、又は、閾値に基づいてウィンドウ幅を調整する。

【発明の効果】

【0010】

本発明の医用画像表示装置及び画像表示方法によれば、操作者がWLとWWを設定する際に

50

、所望の画素値範囲が適正に輝度変換されて、被検体画像が所望のコントラストで見やすく表示されるようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係る医用画像表示装置の一実施例の全体構成を示すブロック図

【図2】階調変換を行うための変換関数の一例を示す図 (a)は、WW内では1次直線で画素値Vを輝度値Dに変換する変換関数の一例を示す図 (b)は、小さいWLが設定されたことにより、WminがT1に設定されて、その結果WWが狭く(その結果、変換関数の傾きが急に)調整されたことを示す例 (c)は、大きいWWが設定されたことにより、WminがT1に設定されて、その結果WLが大きく調整されたことを示す例 (d)は、大きいWLが設定されたことにより、WmaxがT2に設定されて、その結果WWが狭く調整されたことを示す例 (e)は、大きいWWが設定されたことにより、WmaxがT2に設定されて、その結果WLが小さく調整されたことを示す例

10

【図3】ヒストグラムの一例を示す図 (a)は、本実施例1のヒストグラムの一例を示す図

(b)は、本実施例2のヒストグラムの一例を示す図

【図4】実施例1の機能ブロック図

【図5】実施例1の処理フローを示すフローチャート (a)は全体処理フローを示すフローチャート (b)は、ステップ506におけるWLの調整の処理フローの詳細を示すフローチャート (c)は、ステップ506におけるWWの調整の処理フローの詳細を示すフローチャート

【図6】GUIの一例を示す図 (a)は、実施例1のGUIを示す図 (b)は、実施例2のGUIを示す図

20

【図7】実施例1の処理フローを示すフローチャート (a)は、ステップ506におけるWLの調整の処理フローの詳細を示すフローチャート (b)は、ステップ506におけるWWの調整の処理フローの詳細を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

【0013】

(医用画像表示装置の構成)

以下、添付図面に従って本発明の医用画像表示装置の好ましい実施例について詳説する。なお、発明の各実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

30

【0014】

最初に、本発明に係る医用画像表示装置を図1に基づいて説明する。図1は、本発明に係る医用画像表示装置の一実施例の全体構成を示すブロック図である。

【0015】

この医用画像表示装置は、画像データに対して階調変換の演算を行うCPU1と、画像データを保存するハードディスクドライブ5と、ハードディスクドライブ5に保存された画像データを読み出して一時的に記憶するメモリ2と、階調変換された画像データを画像として表示するディスプレイ3と、各種制御情報や各種設定値を入力するためのキーボード(マウス等のポインティングデバイスを含む)4と、を備えて構成される。

40

【0016】

(階調変換について)

次に、階調変換について説明する。画像データの画素値(例えば、-32768~+32767)をディスプレイ3の輝度値(例えば、0~255)に変換する階調変換を行うための変換関数はWLとWWにより規定される。それ故、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの上限値Wmaxと下限値Wminは、

$$W_{\max} = WL + WW / 2 \quad (1)$$

$$W_{\min} = WL - WW / 2$$

となり、Wmax以上の画素値Vは最大輝度値(例えば255)で、Wmin以下の画素値Vは最小輝

50

度値(例えば0)で表示されることになる。

【0017】

階調変換を行うための変換関数の一例を図2に示す。図2(a)に示す変換関数は、WW内では1次直線で画素値Vを輝度値Dに変換するものである。したがって、ディスプレイ3が表示できる輝度値の範囲を ΔD (例えば0~255)とすると、一次直線の傾きkは、

$$k = \Delta D / WW$$

となり、 $Wmin \leq V \leq Wmax$ となる画素値Vが変換される輝度値Dは、

$$D = k \times (V - Wmin) \quad (2)$$

と表される。

【0018】

なお、変換関数は一次直線でなく高次曲線でも良い。或いは、変換関数ではなく、(2)式のような変換関数を用いて、画素値Vと輝度値Dの具体的な対応関係を表す変換テーブルを作成し、この変換テーブルを用いて画素値Vを輝度値Dに変換しても良い。

【0019】

(本発明の階調変換)

本発明の階調変換は、画像データの内の設定された閾値で規定される画素値範囲を、換言すれば、該設定された閾値を越えない画素値範囲を、ディスプレイの輝度値範囲に割り当てるようにWLとWWを調整する。

【0020】

具体的には、本発明の階調変換は、画像データの中でWLとWWとから定まる上限値と下限値との間の各画素値に階調変換を施して画像として表示する際に、画素値の閾値を設定し、閾値に基づいてWLを調整するか、又は、閾値に基づいてWWを調整する。閾値の設定は、画像データのヒストグラムデータに基づいて行われても良い。

【0021】

例えば、背景ノイズのような低信号と被検体画像のような高信号とを区別するような下限値を閾値としてWLとWWを調整すれば、背景ノイズが高輝度になることはなく、被検体画像の画素値範囲がディスプレイの輝度値範囲に変換されることになる。

【0022】

或いは、MRI装置で撮像されるT1強調画像における脂肪組織のような高信号と他の組織の低信号とを区別するような上限値を閾値としてWLとWWを調整すれば、脂肪組織に左右されることなく、他の組織の画素値範囲がディスプレイの輝度値範囲に変換されることになる。

【0023】

以下、本発明の閾値に基づいたWLとWWの調整についての各実施例を詳細に説明する。

【実施例1】

【0024】

本発明の医用画像表示装置及び画像表示方法の実施例1を説明する。本実施例1は、変換関数を用いた階調変換の下限値を閾値として設定して、下限値以上の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に割り当てるようにWLとWWを調整する。

【0025】

以下、下限値の例として、背景ノイズのような低信号と被検体画像のような高信号とを区別するような値を閾値として設定してWLとWWを調整することにより、背景ノイズが高輝度になることなく、被検体画像の画素値範囲がディスプレイの輝度値範囲に変換されるようにする例を、図3~6を用いて説明する。

【0026】

背景ノイズの画素値と被検体画像の画素値とを区別するための下限値を閾値T1とすると

$$Wmin \geq T1 \quad (3)$$

となるように、WLとWWとを調整する。

【0027】

この閾値T1は、画像データのヒストグラムに基づいて、操作者が直接入力設定しても良いし、医用画像表示装置がヒストグラムを解析して設定しても良い。

【0028】

そこで、画像データの画素値のヒストグラムについて説明する。図3(a)に本実施例1の画素値のヒストグラムの一例を示す。図3(a)のヒストグラムは、画像データにおける画素値の区分毎の出現頻度を表しており、横軸は画素値であり、縦軸は出現頻度である。背景ノイズのような低信号の画素値領域は横軸の左側(原点側)であり、被検体画像のような高信号の画素値領域は横軸の右側となる。そのため、図3(a)のヒストグラムに示すように、左側(原点近傍)に背景ノイズの画素値分布を反映した高頻度領域が出現し、右側(高画素値領域)に被検体画像の画素値分布を反映した高頻度領域が出現し、これら2つの高頻度領域の間に頻度の極小点(第1の極小点)が存在する。本実施例1では、この第1の極小点の画素値T1を、背景ノイズの画素値と被検体画像の画素値とを区別する閾値とする。

10

【0029】

この閾値(下限値)T1を操作者がヒストグラムを見て直接数値入力しても良いし、医用画像表示装置がヒストグラムの第1の極小点を検出して、その画素値T1を閾値として設定しても良い。

【0030】

このように設定された閾値T1に基づいて、(3)式を満たすように、WLとWWとを調整する。

【0031】

20

(機能ブロック)

次に、本実施例1の階調変換処理を行うためのCPU1が有する各機能を、図4を用いて説明する。図4は、ハードディスク5に保存されたプログラムをCPU1が実行することにより実現される各機能を説明するための機能ブロック図である。本実施例1の階調変換処理は、ヒストグラム算出部401と、閾値設定部402と、ウィンドウレベル調整部403と、ウィンドウ幅調整部404と、階調変換部405と、GUI表示部406と、を有して成る。

【0032】

ヒストグラム算出部401は、メモリ2から画像データを読み込んで、画素値毎に該画素値が属する所定区分を調べ、その区分の出現頻度に1加算する処理を繰り返して、画素値の所定区分毎の出現頻度を求めて、画像データのヒストグラムデータを算出する。また、算出したヒストグラムデータをヒストグラムとしてディスプレイ3に表示する。

30

【0033】

閾値設定部402は、背景ノイズの画素値と被検体画像の画素値とを区別するための閾値T1を設定する。そのためには、キーボード4を介して操作者から直接入力される数値を閾値T1として設定するか、或いは、ヒストグラムデータを解析して、前述したように、頻度が第1の極小点となる画素値を検出して、その画素値を閾値T1としても良い。

【0034】

ウィンドウレベル調整部403は、(3)式を満たすようにWLを設定する。具体的には、操作者がキーボード4を介して入力したWLが、

1) $WL \leq T1$ の場合は、WLの調整をせずに、入力されたWLを設定できず無効である旨を報知する。

40

【0035】

2) (3)式を満たす場合は、そのまま入力されたWLを設定する。

【0036】

3) $WL > T1$ であるが $Wmin < T1$ となる場合は、入力されたWLを用いてWWの調整を行うようにウィンドウ幅調整部404に指示する。或いは、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの下限値WminがT1となるようにWLを調整する($Wmin = T1$)。即ち、 $WL = T1 + W/2$ と調整する。この場合には、 $Wmax = WW + T1$ となる。

【0037】

ウィンドウ幅調整部404は、(3)式を満たすようにWWを設定する。具体的には、操作者が

50

キーボード4を介して入力したWWが、

1) $WW \leq 0$ の場合は、WWの調整をせずに、入力されたWWを設定できず無効である旨を報知する。

【0038】

2) (3)式を満たす場合は、そのまま入力されたWWを設定する。

【0039】

3) (3)式を満たさない場合は、入力されたWWを用いてWLの調整を行うようにウィンドウレベル調整部403に指示する。或いは、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの下限值WminがT1となるようにWWを調整する($Wmin = T1$)。即ち、 $WW = 2 \times (WL - T1)$ と調整する。この場合には、 $Wmax = 2 \times WL - T1$ となる。

10

【0040】

階調変換部405は、設定又は調整されたWLとWWとで規定される変換関数又は変換テーブルを用いて、メモリ2に記憶された画像データの各画素値を輝度値に変換する。このように画像データの各画素値を輝度値に変換してディスプレイ3に出力することで、画像データをディスプレイ3に画像として表示させる。

【0041】

GUI表示部406は、画像やヒストグラムの表示、WL、WWの入力や表示を行うためのGUIを生成して、ディスプレイ3に表示する。

【0042】

次に、上記各機能が連携して行う本実施例1の階調変換処理の処理フローを図5に示すフローチャートを用いて説明する。図5(a)が、全体のフローチャートであり、図5(b)(c)がステップ506の処理の詳細を示すフローチャートであり、図5(b)はWLの調整処理の詳細を示し、図5(c)はWWの調整処理の詳細を示す。これらの処理フローは、予めプログラムとしてハードディスク5に保存されており、CPU1がハードディスク5からメモリ2に読み込んで実行することにより実施される。以下、各処理ステップの処理内容を詳細に説明する。

20

【0043】

最初に、図5(a)のフローチャートに基づいて、本実施例1の全体処理フローを説明する。

【0044】

ステップ501で、GUI表示部406は、図6(a)に示すようなGUI601をディスプレイ3に表示する。GUI601は、画像を表示する領域D2と、ウィンドウレベル(LEVEL)を入力する領域D3と、ウィンドウ幅(WIDTH)を入力する領域D4と、階調表現を許す下限値(LOWER)T1を入力する領域D5と、画像のヒストグラムを表示する領域D6とを有して成る。

30

【0045】

そして、CPU1は、ハードディスク5に保存された画像データをメモリ2にロードして記憶させる。階調変換部405は、事前に設定されたWLとWWをハードディスク5から読み込んで、メモリ2に記憶された画像データに階調変換を施してGUI601のD2に画像を表示する。

【0046】

ステップ502で、ヒストグラム算出部401は、メモリ2に記憶された画像データのヒストグラムデータを算出する。算出方法は前述したとおりである。

40

【0047】

ステップ503で、ヒストグラム算出部401は、ステップ502で算出したヒストグラムデータをヒストグラムとしてGUI601のD6に表示する。

【0048】

ステップ504で、閾値設定部402は、閾値T1を設定する。操作者がGUI601のD6に表示されたヒストグラムを見て、ヒストグラムの極小点に該当する画素値として、キーボード4を介してGUI601のD5に直接入力した値を閾値T1として設定しても良い。或いは、閾値設定部402がヒストグラムデータを解析して、極小点に該当する画素値を抽出して閾値T1として設定しても良い。

【0049】

50

ステップ505で、ウィンドウレベル調整部403は、キーボード4を介して操作者がD3に入力した値をWLとして設定する。同様に、ウィンドウ幅調整部404は、キーボード4を介して操作者がD4に入力した値をWWとして設定する。

【0050】

ステップ506で、ステップ504で設定された閾値T1に基づいて、ステップ505で設定されたWLとWWの値が調整される。つまり、操作者がWLとWWを設定・変更したとき、WminがT1を下回ることがないように、即ち(3)式を満たすように、ウィンドウレベル調整部403によるWLの調整又はウィンドウ幅調整部404によるWWの調整のいずれかが行われる。詳細は後述する。そして、ウィンドウレベル調整部403又はウィンドウ幅調整部404は、調整したWL又はWWの値を、ハードディスク5に保存し、次の階調変換に利用する。

10

【0051】

ステップ507で、階調変換部405は、ステップ506で調整されたWLとWWを用いて、階調変換を行うための変換関数又は変換テーブルを生成し、ステップ501でメモリ2の記憶された画像データの階調変換を行う。

【0052】

ステップ508で、階調変換部405は、ステップ507で階調変換した画像データを画像としてディスプレイ3に表示する。

【0053】

以上までが本実施例1の全体処理フローの説明である。

【0054】

20

次に、ステップ506におけるWLの調整の処理フローの詳細を図5(b)に示すフローチャートを用いて説明する。

【0055】

ステップL101で、ウィンドウレベル調整部403は、ステップ505でGUI601のD3に入力されたWLの値L1と、ステップ504で設定された閾値T1とを比較する。T1<L1(Yes)であれば、ステップL102へ移行し、T1≥L1(No)であれば、WLの調整をせずに、入力されたWLを設定できず無効である旨を報知して、ステップ505に戻ってWLの再設定を行う。

【0056】

ステップL102で、ウィンドウレベル調整部403は、WLにL1を設定する(WL=L1)。

【0057】

30

ステップL103で、ウィンドウレベル調整部403は、変更後のWL(=L1)におけるWminを算出する。即ち(1)式に基づいて、 $Wmin = WL - WW / 2$ とする。

【0058】

ステップL104で、ウィンドウレベル調整部403は、ステップL103で算出したWminが(3)式を満たすか否かを確認する。Wmin<T1であれば(Yes)、ステップL105に移行する。Wmin≥T1であれば(No)、WLの調整の処理フローを終了する。

【0059】

ステップL105で、ウィンドウ幅調整部404は、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの下限值WminがT1となるようにWWを調整する。即ち、 $WW = 2 \times (WL - T1)$ とする。

40

【0060】

以上までが、WLの調整の処理フローの説明である。図2(b)にWLを調整した場合の階調変換関数の一例を示す。図2(a)と比較して、小さいWLが設定されたことにより、WminがT1に設定されて、その結果WWが狭く(その結果、変換関数の傾きが急に)調整されたことを示す例である。

【0061】

次に、ステップ506におけるWWの調整の処理フローを図5(c)に示すフローチャートを用いて説明する。

【0062】

ステップW101で、ウィンドウ幅調整部404は、ステップ505でGUI601のD4に入力されたWW

50

の値W1が0より大きいかな否かを確認する。0<W1(Yes)であれば、ステップW102へ移行し、0 $\geq$ W1(No)であれば、WWの調整をせずに、入力されたWWを設定できず無効である旨を報知して、ステップ505に戻ってWWの再設定を行う。

【0063】

ステップW102で、ウィンドウ幅調整部404は、WWにW1を設定する(WW=W1)。

【0064】

ステップW103で、ウィンドウ幅調整部404は、変更後のW1におけるWminを算出する。即ち(1)式に基づいて、 $Wmin = WL - WW / 2$ とする。

【0065】

ステップW104で、ウィンドウ幅調整部404は、ステップW103で算出したWminが(3)式を満たすか否かを確認する。Wmin<T1であれば(Yes)、ステップW105に移行する。Wmin $\geq$ T1であれば(No)、WWの調整の処理フローを終了する。

【0066】

ステップW105で、ウィンドウレベル調整部403は、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの下限值WminがT1となるようにWLを調整する。即ち、 $WL = T1 + WW / 2$ と調整する。

【0067】

以上までが、WWの調整の処理フローの説明である。図2(c)にWWを調整した場合の階調変換関数の一例を示す。図2(a)と比較して、大きいWWが設定されたことにより、WminがT1に設定されて、その結果WLが大きく調整されたことを示す例である。

【0068】

なお、以上の実施例1の説明では、一回毎にWL又はWWを入力してその調整を行う例を示したが、これらの入力と調整を連続して行うことも可能である。例えば、GUI601のD3、D4にUp/Downボタンを設けて、これらのボタンの押下が継続される間は、上記処理ステップ505~508を連続的に繰り返すことができる。

【0069】

また、画像データのヒストグラムを用いる例を説明したが、ヒストグラムを用いずに、直接閾値T1が数値入力されても良い。このような場合には、上記のように説明した中で、ヒストグラムに係わる処理が省略されることになる。

【0070】

以上説明したように、本実施例1の画像表示装置及び画像表示方法は、変換関数を用いて階調変換を行う画像データの画素値の下限値を閾値(T1)として設定して、下限値以上の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に割り当てるようにWLとWWを調整する。

【0071】

具体的には、ウィンドウレベル調整部が、閾値(T1)とWWとに基づいて、下限値(Wmin)が閾値(T1)となるようにWLの調整を行う($WL = T1 + WW / 2$)。

【0072】

或いは、ウィンドウ幅調整部が、閾値(T1)とWLとに基づいて、下限値(Wmin)が閾値(T1)となるようにWWの調整を行う($WW = 2 \times (WL - T1)$)。

【0073】

その結果、操作者がWLとWWを設定する際に、背景ノイズのような低信号の画素値が高輝度で表示されないようにすることができる。

【実施例2】

【0074】

次に、本発明の医用画像表示装置及び画像表示方法の実施例2を説明する。本実施例2は、変換関数を用いた階調変換の上限値を閾値として設定して、上限値以下の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に割り当てるようにWLとWWを調整する。

【0075】

以下、上限値の例として、MRI装置で撮像されるT1強調画像における脂肪組織のような高信号と他の組織の低信号とを区別するような値を閾値として設定してWLとWを調整する

10

20

30

40

50

ことにより、脂肪組織に左右されることなく、他の組織の画素値範囲がディスプレイの輝度値範囲に変換されるようにする例を、図3～6を用いて説明する。

【0076】

高信号と他の組織の低信号とを区別するための上限値を閾値T2とすると、

$$W_{\max} \leq T2 \quad (4)$$

となるように、WLとWWとを調整する。

【0077】

この閾値T2は、画像データのヒストグラムに基づいて、操作者が直接入力設定しても良いし、医用画像表示装置がヒストグラムを解析して設定しても良い。

【0078】

そこで、本実施例2の画像データの画素値のヒストグラムについて説明する。図3(b)に本実施例2の画素値のヒストグラムの一例を示す。図3(b)のヒストグラムの各軸の意味は図3(a)と同様である。

【0079】

図3(b)のヒストグラムにも、図3(a)のヒストグラムと同様に、左側(原点近傍)に背景ノイズの画素値分布を反映した高頻度領域が出現し、右側(高画素値領域)に被検体画像の画素値分布を反映した高頻度領域が出現し、これら2つの高頻度領域の間に頻度の極小点(第1の極小点)が存在する。

【0080】

さらに、図3(b)のヒストグラムは、図3(a)のヒストグラムと比較して、右側の高画素値領域では、被検体画像内の脂肪組織の画素値分布を反映して、2つのピーク(極大点)が存在するような分布となっている。その内で、画素値が大きい方(つまりグラフの最も右側)の極大点近傍の分布が脂肪組織の画素値分布を反映したものである。そして、2つのピーク(極大点)の間に頻度の極小点(第2の極小点)が存在する。

【0081】

本実施例2では、この第2の極小点の画素値T2を、被検体画像の画素値とその脂肪組織の画素値を区別する閾値とする。

【0082】

この閾値(上限値)T2を操作者がヒストグラムを見て直接数値入力しても良いし、医用画像表示装置がヒストグラムの第2の極小点を検出して、その画素値T2を閾値として設定しても良い。

【0083】

このように設定された閾値T2に基づいて、(4)式を満たすように、WLとWWとを調整する。

【0084】

(機能ブロック)

次に、本実施例2の階調変換処理を行うためのCPU1が有する各機能を説明する。本実施例2のCPU1が有する機能構成は、前述の図4に基づいて説明した実施例1の機能構成と同じであるが、一部処理内容が異なる。以下、前述の実施例1と異なる処理内容を有する機能のみ説明し、同じ処理内容を有する機能の説明は省略する。

【0085】

閾値設定部402は、被検体画像の画素値とその脂肪組織の画素値とを区別するための閾値T2を設定する。そのためには、キーボード4を介して操作者から直接入力される数値を閾値T2として設定するか、或いは、ヒストグラムデータを解析して、前述したように、頻度が第2の極小点となる画素値を検出して、その画素値を閾値T2としても良い。

【0086】

ウィンドウレベル調整部403は、(4)式を満たすようにWLを設定する。具体的には、操作者がキーボード4を介して入力したWLが、

1) $WL \geq T2$ の場合は、WLの調整をせずに、入力されたWLを設定できず無効である旨を報知する。

10

20

30

40

50

【0087】

2) (4)式を満たす場合は、そのまま入力されたWLを設定する。

【0088】

3) $WL < T2$ であるが $W_{max} > T2$ となる場合は、入力されたWLを用いてWWの調整を行うようにウィンドウ幅調整部404に指示する。或いは、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの上限値 W_{max} が $T2$ となるようにWLを調整する($W_{max} = T2$)。即ち、 $WL = T2 - W/2$ と調整する。この場合には、 $W_{min} = T2 - WW$ となる。

【0089】

ウィンドウ幅調整部404は、(4)式を満たすようにWWを設定する。具体的には、操作者がキーボード4を介して入力したWWが、

1) $WW \leq 0$ の場合は、WWの調整をせずに、入力されたWWを設定できず無効である旨を報知する。

【0090】

2) (4)式を満たす場合は、そのまま入力されたWWを設定する。

【0091】

3) (4)式を満たさない場合は、入力されたWWを用いてWLの調整を行うようにウィンドウレベル調整部403に指示する。或いは、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの上限値 W_{max} が $T2$ となるようにWWを調整する($W_{max} = T2$)。即ち、 $WW = 2 \times (T2 - WL)$ と調整する。この場合には、 $W_{min} = 2 \times WL - T2$ となる。

【0092】

次に、上記各機能が連携して行う本実施例2の階調変換処理の処理フローを図7に示すフローチャートを用いて説明する。なお、本実施例2の全体処理フローは、前述の実施例1で説明した図5(a)に示した全体処理フローと同じであるので、全体処理フローの説明は省略する。前述の実施例1の処理フローと異なるのは、ステップ506のWL、WWの調整処理であるので、以下、本実施例2におけるステップ506のWL、WWの調整処理の詳細を図7に基づいて説明する。図7(a)は本実施例2のWLの調整処理の詳細を示し、図7(b)は本実施例2のWWの調整処理の詳細を示す。なお、これらの処理フローは、予めプログラムとしてハードディスク5に保存されており、CPU1がハードディスク5からメモリ2に読み込んで実行することにより実施される。

【0093】

最初に、ステップ506におけるWLの調整の処理フローを図7(a)に示すフローチャートを用いて説明する。

【0094】

ステップL201で、ウィンドウレベル調整部403は、ステップ505でGUI601のD3に入力したWLの値L2と、ステップ504で設定された閾値T2とを比較する。 $T2 > L2$ (Yes)であれば、ステップL202へ移行し、 $T2 \leq L2$ (No)であれば、WLの調整をせずに、入力されたWLを設定できず無効である旨を報知して、ステップ505に戻ってWLの再設定を行う。

【0095】

ステップL202で、ウィンドウレベル調整部403は、WLにL2を設定する($WL = L2$)。

【0096】

ステップL203で、ウィンドウレベル調整部403は、変更後のWL($= L2$)における W_{max} を算出する。即ち(1)式に基づいて、 $W_{max} = WL + WW/2$ とする。

【0097】

ステップL204で、ウィンドウレベル調整部403は、ステップL203で算出した W_{max} が(4)式を満たすか否かを確認する。 $W_{max} > T2$ であれば(Yes)、ステップL205に移行する。 $W_{max} \leq T2$ であれば(No)、WLの調整の処理フローを終了する。

【0098】

ステップL205で、ウィンドウ幅調整部404は、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの上限値 W_{max} が $T2$ となるようにWWを調整する。即ち、 $WW = 2 \times (T2 - WL)$ とする。

10

20

30

40

50

【0099】

以上までが、WLの調整の処理フローの説明である。図2(d)にWLを調整した場合の階調変換関数の一例を示す。図2(a)と比較して、大きいWLが設定されたことにより、WmaxがT2に設定されて、その結果WWが狭く(その結果、変換関数の傾きが急に)調整されたことを示す例である。

【0100】

次に、ステップ506におけるWWの調整の処理フローを図7(b)に示すフローチャートを用いて説明する。

【0101】

ステップW201で、ウィンドウ幅調整部404は、ステップ505でGUI601のD4に入力したWWの値W2が0より大きいかなんかを確認する。0<W2(Yes)であれば、ステップW202へ移行し、0≧W2(No)であれば、WWの調整をせずに、入力されたWWを設定できず無効である旨を報知して、ステップ505に戻ってWWの再設定を行う。

【0102】

ステップW202で、ウィンドウ幅調整部404は、WWにW2を設定する(WW=W2)。

【0103】

ステップW203で、ウィンドウ幅調整部404は、変更後のW2におけるWmaxを算出する。即ち(1)式に基づいて、 $Wmax = WL + WW / 2$ とする。

【0104】

ステップW204で、ウィンドウ幅調整部404は、ステップW203で算出したWmaxが(4)式を満たすかなんかを確認する。 $T2 \leq Wmax$ であれば(Yes)、ステップW205に移行する。 $T2 > Wmax$ であれば(No)、WWの調整の処理フローを終了する。

【0105】

ステップW205で、ウィンドウレベル調整部403は、変換関数により階調変換される画像データの画素値Vの上限値WmaxがT2となるようにWLを調整する。即ち、 $WL = T2 - WW / 2$ と調整する。

【0106】

以上までが、WWの調整の処理フローの説明である。図2(e)にWWを調整した場合の階調変換関数の一例を示す。図2(a)と比較して、大きいWWが設定されたことにより、WmaxがT2に設定されて、その結果WLが小さく調整されたことを示す例である。

【0107】

なお、以上の実施例2の説明でも、前述の実施例1と同様に、GUI601のD3、D4にUp/Downボタンを設けて、これらのボタンの押下が継続される間は、上記処理ステップ504~508を連続的に繰り返すことができる。また、ヒストグラムを用いずに、直接閾値T2が数値入力されても良い。このような場合には、上記のように説明した中で、ヒストグラムに係わる処理が省略されることになる。

【0108】

以上説明したように、本実施例2の医用画像表示装置及び画像表示方法は、変換関数を用いた階調変換の上限値を閾値(T2)として設定して、上限値以下の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に割り当てるようにWLとWWを調整する。

【0109】

具体的には、ウィンドウレベル調整部が、閾値(T2)とWWとに基づいて、上限値(Wmax)が閾値(T2)となるようにWLの調整を行う($WL = T2 - WW / 2$)。

【0110】

或いは、ウィンドウ幅調整部が、閾値(T2)とWLとに基づいて、上限値(Wmax)が閾値(T2)となるようにWWの調整を行う($WW = 2 \times (T2 - WL)$)。

【0111】

その結果、MRI装置で撮像されるT1強調画像における脂肪組織のような高信号に左右されることなく、他の組織の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に変換することができる。

10

20

30

40

50

【実施例 3】

【0112】

次に、本発明の医用画像表示装置及び画像表示方法の実施例3を説明する。本実施例3は、前述の実施例1における下限値の設定と、前述の実施例2における上限値の設定を同時に設定する。

【0113】

このとき、操作者がWLとWWを変更するとき、実施例1と実施例2で示した処理を順次行うことになるので、本実施例3の詳細な説明は省略する。

【0114】

具体的には、階調変換を行う画像データの画素値の下限値(T1)と上限値(T2)がそれぞれ閾値として設置され、ウィンドウレベル調整部とウィンドウ幅調整部が、閾値(T1とT2)とWLとWWとに基づいて、下限値(Wmin)が閾値(T1)となり、上限値(Wmax)が閾値(T2)となるように、WLとWWのいずれかが調整が行われる。

【0115】

以上のようにして、操作者がWLとWWを変更するとき、WminとWmaxの範囲が閾値T1とT2の範囲内に納まるように、WLとWWのいずれかが調整される。

【0116】

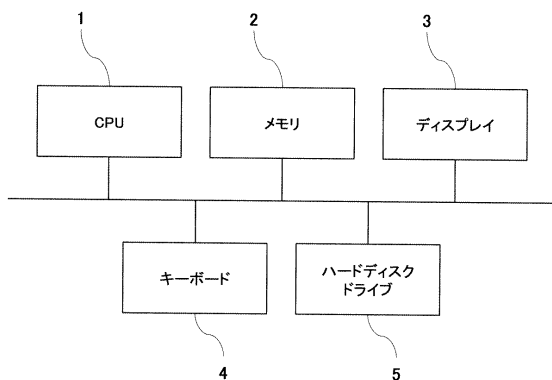
以上説明したように、本実施例3の医用画像表示装置及び画像表示方法は、前述の実施例1における下限値の設定と、前述の実施例2における上限値の設定を同時に設定することで、これら上下限値内の画素値範囲をディスプレイの輝度値範囲に変換する。その結果、

【符号の説明】

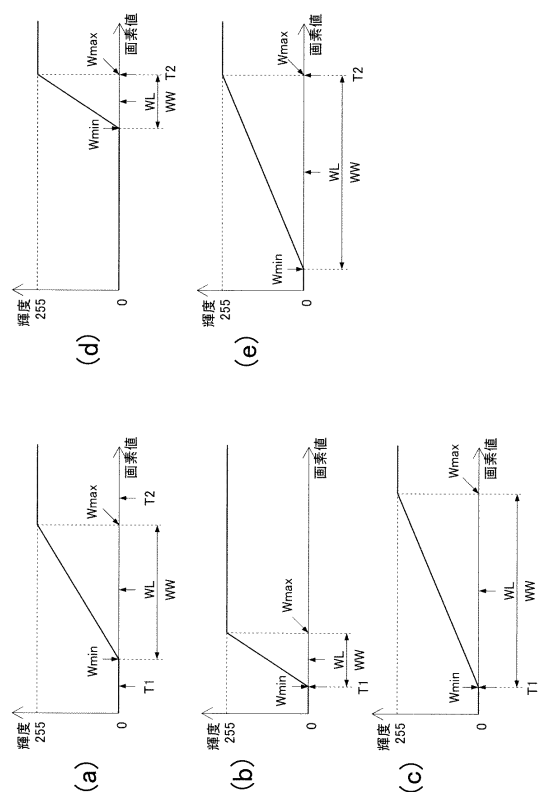
【0117】

1 CPU、2 メモリ、3 ディスプレイ、4 キーボード、5 ハードディスクドライブ

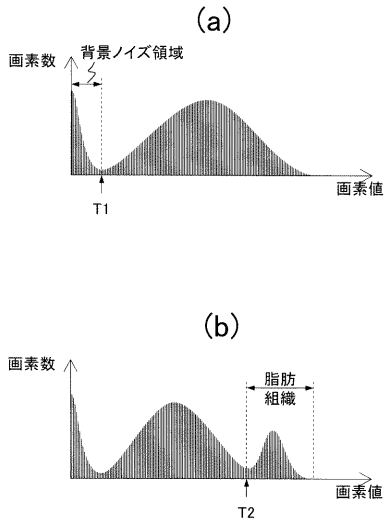
【図 1】



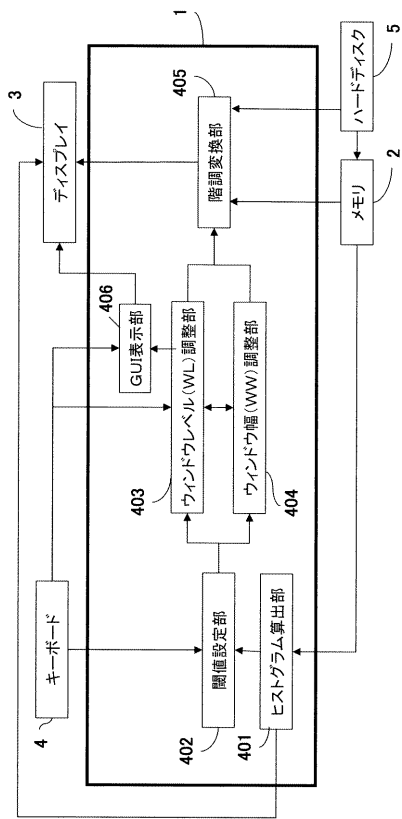
【図 2】



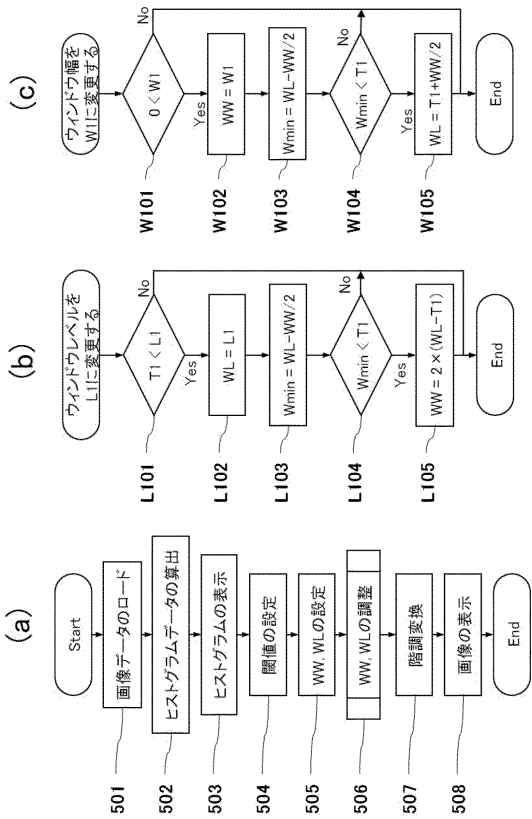
【図 3】



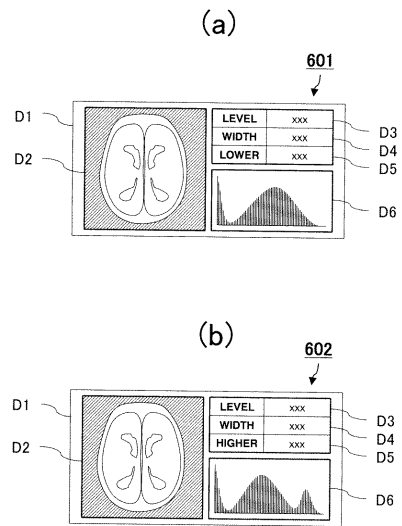
【図 4】



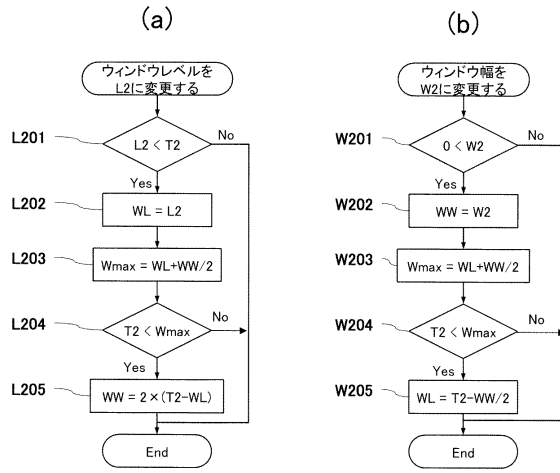
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB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