

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5922337号
(P5922337)

(45) 発行日 平成28年5月24日 (2016. 5. 24)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 8/08 (2006. 01)
G 0 6 T 1/00 (2006. 01)A 6 1 B 8/08
G 0 6 T 1/00 2 9 0 D

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-77334 (P2011-77334)
 (22) 出願日 平成23年3月31日 (2011. 3. 31)
 (65) 公開番号 特開2012-210316 (P2012-210316A)
 (43) 公開日 平成24年11月1日 (2012. 11. 1)
 審査請求日 平成25年11月27日 (2013. 11. 27)

(73) 特許権者 300019238
 ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
 ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
 エルシー
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3
 1 8 8・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
 ユー・ブルバード・ダブリュー・7 1 0
 ・3 0 0 0
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (72) 発明者 谷川 俊一郎
 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の1 2 7
 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内

審査官 樋熊 政一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びその制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に対して送信された超音波のエコー信号に基づく超音波画像を表示する超音波診
断装置であって、

前記エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なうマルチフラクタル解析部と、

M R I 装置又は X 線 C T 装置において得られた体脂肪情報の値とマルチフラクタルの解
析結果との対応情報に基づいて、前記マルチフラクタル解析部で得られた解析結果に対応
する前記体脂肪情報の値又は該体脂肪情報の値に応じた画像を表示させる表示制御部と、
を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

被検体に対して送信された超音波のエコー信号に基づく超音波画像を表示する超音波診
断装置であって、

前記エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なうマルチフラクタル解析部と、

体脂肪情報とマルチフラクタルの解析結果との対応情報に基づいて、前記マルチフラク
タル解析部で得られた解析結果に対応する前記体脂肪情報を表示させる表示制御部と、
を備え、

前記マルチフラクタル解析部は、複数の音線におけるエコー信号を結合した信号に対し
てマルチフラクタル解析を行なう

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

10

20

前記マルチフラクタル解析部は、複数の音線におけるエコー信号の端部同士を結合してなる信号に対してマルチフラクタル解析を行なうことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記マルチフラクタル解析部は、各音線におけるエコー信号のデータを複数の音線にわたって超音波の走査方向の順に並ぶように結合してなる信号に対してマルチフラクタル解析を行なうことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記表示制御部は、前記体脂肪情報に応じた画像を、前記エコー信号に基づく超音波画像上に表示させることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 6】

前記体脂肪情報は、前記 MRI 装置における MR スペクトロスコピーによって得られた情報、前記 MRI 装置における脂肪画像に基づいて得られた情報又は前記 X 線 CT 装置で得られた CT 値に基づく情報であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記体脂肪情報は、脂肪含有率、脂肪量又は脂肪面積であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

20

前記マルチフラクタル解析の解析結果は、マルチフラクタル解析によって得られた特異性スペクトルに基づいて得られる数値であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

前記特異性スペクトルに基づいて得られる数値は、前記特異性スペクトルの半値幅と前記特異性スペクトルにおける最大フラクタル次元と該最大フラクタル次元における特異性指数とに基づいて得られる指標値、前記特異性スペクトルの半値幅、前記最大フラクタル次元又は該最大フラクタル次元における特異性指数であることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

30

被検体に対して送信された超音波のエコー信号に基づく超音波画像を表示する超音波診断装置の制御プログラムであって、

コンピュータに、

前記エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なうマルチフラクタル解析機能と、
MRI 装置又は X 線 CT 装置において得られた体脂肪情報の値とマルチフラクタルの解析結果との対応情報に基づいて、前記マルチフラクタル解析機能で得られた解析結果に対応する前記体脂肪情報の値又は該体脂肪情報の値に応じた画像を表示させる表示制御機能と、

を実行させることを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【請求項 11】

40

被検体に対して送信された超音波のエコー信号に基づく超音波画像を表示する超音波診断装置の制御プログラムであって、

コンピュータに、

前記エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なうマルチフラクタル解析機能と、
体脂肪情報とマルチフラクタルの解析結果との対応情報に基づいて、前記マルチフラクタル解析機能で得られた解析結果に対応する前記体脂肪情報を表示させる表示制御機能と、

、

を実行させる超音波診断装置の制御プログラムであって、

前記マルチフラクタル解析機能は、複数の音線におけるエコー信号を結合した信号に対してマルチフラクタル解析を行なう

50

ことを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なう超音波診断装置及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置では、被検体に送信された超音波のエコー信号に基づいて作成された超音波画像をリアルタイムで観察することができる。このような超音波診断装置においては、超音波画像を観察して、様々な診断が行なわれる。例えば、特許文献1には、超音波画像に基づいて脂肪肝の診断を行なうことが記載されている。

10

【0003】

上記特許文献1にも記載されているように、脂肪肝の場合、一般的に肝細胞内への多数の脂肪滴により音響インピーダンスの異なる反射面ができると考えられ、これによりBモード画像の輝度が上昇する。また、肝細胞に沈着した脂肪による超音波の散乱により、深部になるほど超音波の減衰によって輝度が低下する場合もある。従って、このような傾向がないか超音波画像を観察して脂肪肝の診断を行なうが、超音波画像のみでは、脂肪肝であるか否かの判定は困難な場合もある。

【0004】

20

一方、例えばMRI(Magnetic Resonance Imaging)装置においては、MRスペクトロスコピー(MR Spectroscopy、MRS)の手法や脂肪抽出画像に基づいて、脂肪含有率、脂肪含有量、脂肪面積などを求めることができるようになってきている。また、X線CT(Computed Tomography)装置においても、CT値に基づいて脂肪含有量又は脂肪含有率などを求めることができるようになってきている(例えば、非特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-233859号公報(第3頁、段落[0004])

30

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】「消化器科」、1986年、第5巻、第2号、p.151~p.152

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、MRI装置やX線CT装置は、超音波診断装置よりもリアルタイム性の点で劣っている。従って、リアルタイム性に優れた超音波診断装置において、脂肪含有率、脂肪含有量、脂肪面積などの体脂肪情報を表示させることができ、体脂肪に関して容易に診断を行なうことができる超音波診断装置が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の課題を解決するためになされた発明は、被検体に対して送信された超音波のエコー信号に基づく超音波画像を表示する超音波診断装置であって、前記エコー信号に対してマルチフラクタル解析を行なうマルチフラクタル解析部と、体脂肪情報とマルチフラクタルの解析結果との対応情報に基づいて、前記マルチフラクタル解析部で得られた解析結果に対応する前記体脂肪情報を表示させる表示制御部と、を備えたことを特徴とする超音波診断装置である。

【発明の効果】

【0009】

50

上記観点の発明によれば、超音波診断装置において前記体脂肪情報が表示され、体脂肪に関して診断が容易である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の実施形態の概略構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示す超音波診断装置における制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】第一実施形態の超音波診断装置の作用を示すフローチャートである。

【図4】マルチフラクタル解析を行なう対象となる関心領域が設定された表示部を示す図である。

10

【図5】マルチフラクタル解析によって得られた特異性スペクトルの一例を示す図である。

【図6】インデックスと体脂肪情報との対応情報を示す図である。

【図7】体脂肪情報が表示された表示部を示す図である。

【図8】第一実施形態の変形例において、色画像を有する超音波画像が表示された表示部を示す図である。

【図9】第二実施形態における制御部の構成を示すブロック図である。

【図10】第二実施形態における複数音線のエコー信号の結合を説明する図である。

【図11】エコー信号の結合をさらに詳細に説明する図である。

【図12】第二実施形態の変形例における複数音線のエコー信号の結合を説明する図である。

20

【図13】第二実施形態の変形例においてマルチフラクタル解析の対象となる信号を示す概念図である。

【図14】第三実施形態におけるマルチフラクタル解析の対象となる領域を説明するための図である。

【図15】超音波画像における分割領域に色画像が表示された表示部を示す図である。

【図16】マルチフラクタル解析を行なう対象を指定するカーソルが超音波画像に表示された表示部を示す図である。

【図17】制御部の他の構成を示すブロック図である。

【図18】エコー信号の平均化を説明する図である。

30

【図19】マルチフラクタル解析の対象となる信号を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。

(第一実施形態)

まず、第一実施形態について図1～図7に基づいて説明する。図1に示す超音波診断装置1は、超音波プローブ2、送受信部3、エコーデータ処理部4、表示制御部5、表示部6、操作部7、制御部8及びHDD(Hard Disk Drive)9を備える。

【0012】

前記超音波プローブ2は、複数の超音波振動子(図示省略)から対象に対して超音波を送信する。前記超音波プローブ2は、音線順次で超音波の走査を行なって超音波を送信する。また、前記超音波プローブ2は、超音波のエコー信号を受信する。

40

【0013】

前記送受信部3は、前記超音波プローブ2から所定の走査条件で超音波を送信するための電気信号を、前記制御部8からの制御信号に基づいて前記超音波プローブ2に供給する。また、前記送受信部3は、前記超音波プローブ2で受信したエコー信号について、A/D変換、整相加算処理等の信号処理を行なう。

【0014】

前記エコーデータ処理部4は、前記送受信部3から出力されたエコー信号のデータに対し、超音波画像を作成するための処理を行なう。例えば、前記エコーデータ処理部4は、

50

対数圧縮処理及び包絡線検波処理等のＢモード処理や、直交検波処理及びフィルタ処理等のドプラ（doppler）処理などを行なう。

【００１５】

ちなみに、ドプラ処理には、カラードプラ画像を作成するためのカラードプラ処理、パワードプラ画像を作成するためのパワードプラ処理、パルスドプラ法による画像を作成するためのパルスドプラ処理、連続波ドプラ法による画像を作成するための連続波ドプラ処理が含まれる。

【００１６】

前記表示制御部５は、表示制御機能を実行するものであり本発明における表示制御部の実施の形態の一例である。具体的には、前記表示制御部５は、前記エコーデータ処理部４で得られたデータを、スキャンコンバータ（scan converter）によって走査変換して超音波画像データを作成する。また、前記表示制御部５は、前記超音波画像データに基づく超音波画像を前記表示部６に表示させる。超音波画像は、Ｂモード画像やドプラ処理で得られたデータに基づく画像などである。

【００１７】

また、前記表示制御部５は、表示制御機能の一部として、前記超音波画像のほか、後述のマルチフラクタル解析部８２で得られたマルチフラクタル解析（multi-fractal analysis）の解析結果に基づいて特定される体脂肪情報を表示させる。詳細は後述する。

【００１８】

前記表示部６は、例えばＬＣＤ（Liquid Crystal Display）やＣＲＴ（Cathode Ray Tube）などで構成される。前記操作部７は、操作者が指示や情報を入力するためのキーボード及びポインティングデバイス（図示省略）などを含んで構成されている。

【００１９】

前記制御部８は、特に図示しないがＣＰＵ（Central Processing Unit）を有して構成される。この制御部８は、前記ＨＤＤ９に記憶された制御プログラムを読み出し、前記超音波診断装置１の各部における機能を実行させる。

【００２０】

前記制御部８の詳細構成について説明する。図２に示すように、前記制御部８は、関心領域設定部８１、マルチフラクタル解析部８２、算出部８３、対応値特定部８４を有している。これら各部の機能も、前記ＨＤＤ９に記憶された制御プログラムにより実行される。これら各部機能の説明は後述する。また、前記マルチフラクタル解析部８２は、本発明におけるマルチフラクタル解析部の実施の形態の一例であり、本発明におけるマルチフラクタル解析機能の実施の形態の一例を実行する。

【００２１】

前記ＨＤＤ９には、図示しないＭＲＩ装置で得られる体脂肪情報とマルチフラクタル解析の解析結果との対応情報が記憶されている。詳細は後述する。

【００２２】

さて、本例の超音波診断装置１の作用について図３のフローチャートに基づいて説明する。まず、ステップＳ１では、超音波画像ＵＧが表示される。具体的には、被検体に対して前記超音波プローブ２において超音波の送受信を行なうと、得られたエコー信号が前記送受信部３と前記エコーデータ処理部４で処理される。そして、エコーデータ処理部４からの出力信号に基づいて、前記表示制御部５は超音波画像データを作成する。そして、前記表示制御部５は、前記超音波画像データに基づく超音波画像ＵＧを前記表示部６に表示させる。前記超音波画像ＵＧは、例えば肝臓についての画像である。

【００２３】

次に、ステップＳ２では、図４に示すように、前記表示部６に表示された超音波画像ＵＧにおいて、マルチフラクタル解析を行なう対象となる関心領域Ｒを設定する。具体的には、操作者が前記操作部７のポインティングデバイスなどを操作して、マルチフラクタル

10

20

30

40

50

解析を行なう領域を前記超音波画像UGにおいて指定すると、前記関心領域設定部81は前記指定された領域を前記関心領域Rとして設定する。

【0024】

ステップS2において関心領域Rが設定されると、ステップS3では、前記マルチフラクタル解析部82が、エコー信号を対象にしてマルチフラクタル解析を行なう。マルチフラクタル解析の対象となるエコー信号は、前記送受信部3の出力信号でもよく、前記エコーデータ処理部4の出力信号でもよい。前記エコーデータ処理部4の出力信号は、Bモード処理で得られた信号でもよく、直交検波処理後のI信号又はQ信号でもよい。また、これらI信号及びQ信号を足し合わせるなどして組み合わせた信号に対してマルチフラクタル解析を行なってもよい。

10

【0025】

また、マルチフラクタル解析の対象となるエコー信号は、前記関心領域Rにおける全て又は一部の音線についてのエコー信号である。前記マルチフラクタル解析部82は、各音線のエコー信号についてそれぞれマルチフラクタル解析を行なう。

【0026】

前記マルチフラクタル解析部82は、WTMM(Wavelet Transform Modulus Maxima)法を用いたマルチフラクタル解析を行なう。このWTMM法を用いたマルチフラクタル解析は、Wavelet変換、Modulus maxima lineの抽出、分配関数による処理、ルジャンドル(Legendre)変換を含む処理を行なうものである。

20

【0027】

前記マルチフラクタル解析部82は、マルチフラクタル解析を各音線ごとに行ない、得られた解析結果を、解析対象である全ての音線について平均化する。

【0028】

マルチフラクタル解析により、図5に示すように特異性スペクトルSpが得られる。この特異性スペクトルSpにおいて、横軸hは特異性指数(リブシッツ・ヘルダー指数)であり、縦軸Dはフラクタル次元(fractal dimension)である。また、Dmaxは前記特異性スペクトルSpにおける極大値、すなわちフラクタル次元Dの最大値(最大フラクタル次元)であり、hmaxは前記特異性スペクトルSpにおいてDmaxにおける特異性指数hの値である。さらに、FWHM(full width at half maximum)は、Dmaxの二分の一であるDhalfにおける特異性スペクトルSpの特異性指数hの幅(半値幅)である。

30

【0029】

ちなみに特異性指数hは、解析対象であるエコー信号の波形の複雑さの程度を示す指数であり、FWHMはエコー信号に含まれる異なる信号パターンの量に関する値である。例えば、エコー信号に、相似形の信号パターンが多く含まれるほど、FWHMの値は小さくなる。

【0030】

前記算出部83は、前記特異性スペクトルSpが得られると、この特異性スペクトルSpにおける前記Dmax、前記FWHM及び前記hmaxを算出する。また、前記算出部83は、下記(式1)により得られる所定のインデックス(index)Inを算出する。

40

$$In = FWHM \times (hmax / Dmax) \cdots (式1)$$

このインデックスInは、本発明におけるマルチフラクタル解析の解析結果、本発明における特異性スペクトルに基づいて得られる数値及び本発明における指標値の実施の形態の一例である。

【0031】

ここで、脂肪の蓄積量が多い肝臓は、肝細胞に含まれる脂肪滴の影響によって、エコー信号に含まれる信号パターンが正常肝臓とは異なる。従って、エコー信号を対象にしてマルチフラクタル解析を行なって得られた特異性スペクトルSpは、脂肪の蓄積量が多い肝

50

臓と正常肝臓とで異なる。従って、前記特異性スペクトル S_p 、前記 h_{max} 、前記 D_{max} 、前記 $FWHM$ の値、前記インデックス I_n の値は、脂肪の蓄積量が多い肝臓と正常肝臓とで異なる。

【0032】

次に、ステップ S_4 では、前記対応値特定部 84 が、前記算出部 83 により算出されたインデックス I_n に対応する体脂肪情報を特定する。前記対応値特定部 84 は、前記 HDD_9 に予め記憶されている前記対応情報に基づいて体脂肪情報を特定する。そして、前記対応値特定部 84 は、特定された体脂肪情報を前記表示制御部 5 へ出力する。

【0033】

前記体脂肪情報及び前記対応情報について説明する。前記体脂肪情報は、脂肪含有率、脂肪量又は脂肪面積である。脂肪量又は脂肪面積は、単位面積あたりの脂肪量又は脂肪面積である。体脂肪情報は、例えば MRI 装置や X 線 CT 装置などの他の医用画像表示装置において得ることができる。具体的には、体脂肪情報は、 MRI 装置において、例えば肝臓を対象とする MR スペクトロスコピーの手法により得ることができる。また、体脂肪情報は、 MRI 装置における脂肪抽出画像に基づいて得ることができる。 MR スペクトロスコピーの手法では、 MRI 信号のスペクトルに基づいて、水を基準とする脂肪量等を求めることができる。また、 MRI 装置における脂肪画像に基づいて、脂肪含有率、脂肪面積、脂肪体積等を求めることができる。

10

【0034】

また、肝臓に脂肪が蓄積すると X 線吸収度が減弱し、肝臓の CT 値が低下する。従って、体脂肪情報は、 X 線 CT 装置において得られた CT 値に基づいて算出することもできる。

20

【0035】

ちなみに、本例で挙げた体脂肪情報は一例であり上述のものに限られるものではない。

【0036】

前記対応情報は、マルチフラクタル解析の解析結果である前記インデックス I_n と前記体脂肪情報との関係を表わす関数 $y = f(x)$ である。図 6 に関数 $y = f(x)$ のグラフ Gr を示す。 y は体脂肪情報、 x はインデックス I_n を示しており、 $f(x) = ax + b$ である。係数 a 、 b は、年齢や性別毎に設定されていてもよい。

【0037】

30

前記係数 a 、 b の設定について説明する。複数の被検者について、 MRI 装置又は X 線 CT 装置による撮影で体脂肪情報を得るとともに、超音波診断装置による撮影で前記インデックス I_n を得ることにより、前記体脂肪情報と前記インデックス I_n との相関関係が特定される。従って、このように実際の症例に基づいて特定される相関関係に基づいて前記係数 a 、 b を設定してもよい。

【0038】

あるいは、予め体脂肪情報が判明しているファントム (phantom) を対象にして超音波の送受信を行ない、得られたエコー信号に基づいてマルチフラクタル解析を行なう。そして、体脂肪情報の数値が異なる複数のファントムについて、マルチフラクタル解析の解析結果であるインデックス I_n を得て、前記係数 a 、 b を設定してもよい。

40

【0039】

前記ステップ S_4 において、前記対応値特定部 84 が前記グラフ Gr に基づいて体脂肪情報を特定し、この体脂肪情報が前記表示制御部 5 に出力されると、ステップ S_5 では、図 7 に示すように前記表示制御部 5 が前記体脂肪情報の値 (脂肪含有率、脂肪含有量又は脂肪面積の値) の表示 FG を前記表示部 6 に表示させる。

【0040】

なお、ステップ S_4 、 S_5 の処理は、前記操作部 7 において、体脂肪情報を表示させるための入力が行なわれた場合に行なわれるようになっていてもよい。

【0041】

以上説明した本例の超音波診断装置 1 によれば、体脂肪情報の値の表示 FG が前記表示

50

部 6 に表示されるので、診断が容易である。

【 0 0 4 2 】

次に、第一実施形態の変形例について説明する。図 8 に示すように、前記表示制御部 5 は、体脂肪情報である脂肪含有率、脂肪含有量又は脂肪面積のいずれかの値に応じた色相を有する色画像 C G を前記関心領域 R 内に表示させてもよい。具体的には、前記表示制御部 5 は、超音波画像 U G と色画像 C G とを加算し超音波画像 U G 上の関心領域 R 内に色画像 C G が合成された画像を前記表示部 6 に表示させる。前記色画像 C G は、背景の超音波画像 U G が透過して見える状態で表示されている。

【 0 0 4 3 】

ただし、体脂肪情報の値に応じた画像であれば、前記色画像 C G に限られるものではない。

【 0 0 4 4 】

(第二実施形態)

次に、第二実施形態について説明する。ただし、第一実施形態と同一事項についての説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

本例では、前記マルチフラクタル解析部 8 2 は、複数の音線におけるエコー信号を結合した信号に対してマルチフラクタル解析を行なう。前記制御部 8 は、図 9 に示すように、前記関心領域設定部 8 1、前記マルチフラクタル解析部 8 2、前記算出部 8 3、前記対応値特定部 8 4 の他に、信号結合部 8 5 を有している。この信号結合部 8 5 は、複数の音線におけるエコー信号を結合する。具体的には、図 1 0 に示すように、関心領域 R 内における複数音線のエコー信号 s_a , s_b , s_c の音線方向における端部を結合して一つのエコー信号 s (信号は単純化して直線で示す) とする。そして、前記マルチフラクタル解析部 8 2 は、結合された前記エコー信号 s についてマルチフラクタル解析を行なう。

【 0 0 4 6 】

ここで、図 1 1 に示すように、前記エコー信号 s_a , s_b , s_c の浅部側 (超音波プローブ 2 に近い側) の端部を a_n , b_n , c_n 、深部側 (超音波プローブ 2 から遠い側) の端部を a_f , b_f , c_f とする。前記信号結合部 8 5 は、隣り合うエコーにおける深度が近い側の端部同士を結合する。すなわち、前記信号結合部 8 5 は、前記エコー信号 s_a の端部 a_f と前記エコー信号 s_b の端部 b_f とを結合し、前記エコー信号 s_b の端部 b_n と前記エコー信号 s_c の端部 c_n とを結合する。ただし、このような場合に限られるものではない。

【 0 0 4 7 】

ここで、関心領域 R の音線方向 (深度方向) の長さが短くなるほど、エコー信号のデータ数が少なくなるので、適正なマルチフラクタル解析の結果が得られなくなるおそれがある。しかし、本例によれば、複数音線のエコー信号が結合されたエコー信号を対象にしてマルチフラクタル解析が行なわれるので、関心領域 R の音線方向の長さが短い場合であっても、適正なマルチフラクタル解析の結果を得ることができる。従って、例えば血管を避けて関心領域 R を設定するような場合に、関心領域 R の音線方向の長さが短くなってしまっても、適正な特異性スペクトル S_p を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

そして、本例では、上述のようにして得られた適正なマルチフラクタルの解析結果に対応する体脂肪情報の値の表示 F G を表示することができる。

【 0 0 4 9 】

次に、第二実施形態の変形例について図 1 2 及び図 1 3 に基づいて説明する。図 1 2 において、 $s_1 - a$, $s_1 - b$, $s_1 - c$ は関心領域 R (図 1 2 では図示省略) 内における音線を示している。そして、音線 $s_1 - a$ におけるエコー信号のデータを a_1 , a_2 , a_3 , $\dots$ 、音線 $s_1 - b$ におけるエコー信号のデータを b_1 , b_2 , b_3 , $\dots$ 、音線 $s_1 - c$ におけるエコー信号のデータを c_1 , c_2 , c_3 , $\dots$ とする。

【 0 0 5 0 】

前記信号結合部 85 は、各音線において音線方向の順に並ぶエコー信号のデータを、複数の音線にわたって超音波の走査方向の順に並ぶように結合したデータ列からなる信号を作成する。具体的には、前記信号結合部 85 は、図 13 に示すように、データ a1, b1, c1, c2, b2, a2, a3, b3, c3, ... の順に並ぶデータ列からなる信号 s を作成する。

【0051】

ちなみに、この第二実施形態のように、複数音線のエコー信号を結合した信号を対象にしてマルチフラクタル解析を行なうか、第一実施形態のように一音線のエコー信号を対象にしてマルチフラクタル解析を行なうかを、例えば前記操作部 7 における入力によって選択することができるようになっていてもよい。

10

【0052】

(第三実施形態)

次に、第三実施形態について説明する。ただし上記各実施形態と同一の事項については説明を省略する。

【0053】

本例の前記マルチフラクタル解析部 82 は、図 14 に示すように、前記関心領域 R を音線方向に分割した分割領域 r1, r2, r3 について、マルチフラクタル解析を行なう。そして、前記各分割領域 r1 ~ r3 における各音線についてマルチフラクタル解析を行ないその解析結果を平均化して得られた値(前記インデックス In)に対応する体脂肪情報の値の表示 FG を前記表示制御部 5 が表示させる。この場合、前記体脂肪情報の値の表示 FG は、前記各分割領域 r1 ~ r3 毎に表示される。

20

【0054】

あるいは、前記信号結合部 85 が前記各分割領域 r1 ~ r3 における各音線のエコー信号を結合し、結合されたエコー信号を対象にしてマルチフラクタル解析を行なってもよい。この場合も、前記各分割領域 r1 ~ r3 毎に、マルチフラクタル解析の解析結果に対応する体脂肪情報の値の表示 FG が表示される。

【0055】

また、前記各分割領域 r1 ~ r3 について得られた体脂肪情報の値に応じた色画像 CG1、CG2、CG3 を、図 15 に示すように前記超音波画像 UG における前記各分割領域 r1 ~ r3 に表示してもよい。

30

【0056】

以上、本発明を前記各実施形態によって説明したが、本発明はその主旨を変更しない範囲で種々変更実施可能なことはもちろんである。例えば、上述の実施形態においては、マルチフラクタル解析を行なう対象に関心領域 R を設定することにより指定しているが、前記関心領域の代わりに、図 16 に示すようにカーソル C1, C2 を用いて指定してもよい。この場合、前記カーソル C1, C2 の間のエコー信号がマルチフラクタル解析の対象になる。

【0057】

また、マルチフラクタルの解析結果と体脂肪情報との対応情報は、前記インデックス In の値と体脂肪情報との対応情報に限られるものではない。例えば、マルチフラクタル解析の解析結果である前記 FWHM の値、前記 Dmax の値又は前記 hmax の値のいずれかと、体脂肪情報との対応情報であってもよい。すなわち、本発明におけるマルチフラクタルの解析結果の実施の形態の一例として、前記 FWHM の値、前記 Dmax の値又は前記 hmax の値が含まれる。

40

【0058】

また、特に図示しないが、前記制御部 8 は、前処理部を有していてもよい。この前処理部は、マルチフラクタル解析を行なう前段階のエコー信号に対する信号処理として、平滑化処理、ハイパスフィルタ(high pass filter)処理、ダウンサンプリング(down sampling)処理又はアップサンプリング(up sampling)処理のいずれかの処理、或いはこれら複数の処理を行なう。

50

【 0 0 5 9 】

平滑化処理、ダウンサンプリング処理、アップサンプリング処理を行なうことにより、マルチフラクタル解析の結果を安定させることができる。また、信号の相似性に関する解析を行なうマルチフラクタル解析においては、信号の振幅の情報は不要であるため、ハイパスフィルタ処理を行なうことによってマルチフラクタル解析に必要な信号成分のみを取り出すことができる。

【 0 0 6 0 】

また、前記送受信部 3 において A / D 変換を行なう際のサンプリングレート (s a m p l i n g r a t e) を調節して、マルチフラクタル解析の結果を安定させることができるようになっていてもよい。

10

【 0 0 6 1 】

また、前記制御部 8 は、図 1 7 に示すように、前記関心領域設定部 8 1、マルチフラクタル解析部 8 2、算出部 8 3 の他に、信号平均部 8 6 を有していてもよい。この信号平均部 8 6 は、エコー信号を複数音線について平均化した信号 s' を作成する。具体的に図 1 8 及び図 1 9 に基づいて説明する。図 1 8 に示すように、音線 $s1 - a$ におけるエコー信号のデータを $a1, a2, a3, \dots, an$ 、音線 $s1 - b$ におけるエコー信号のデータを $b1, b2, b3, \dots, bn$ 、音線 $s1 - c$ におけるエコー信号のデータを $c1, c2, c3, \dots, cn$ とする。前記信号平均部 8 6 は、図 1 9 に示すように、各音線におけるエコー信号のデータであって、各深度位置におけるデータ ($a1, b1, c1$)、($a2, b2, c2$)、($a3, b3, c3$)、(an, bn, cn) を音線方向に平均化して得られたデータ $x1, x2, x3, \dots, xn$ のデータ列からなる信号 s' を作成する。具体的には、 $x1 = (a1 + b1 + c1) / 3$ 、 $x2 = (a2 + b2 + c2) / 3$ 、 $x3 = (a3 + b3 + c3) / 3$ 、 $\dots$ 、 $xn = (an + bn + cn) / 3$ である。

20

【 0 0 6 2 】

そして、前記信号 s' についてマルチフラクタル解析を行なうことによって得られ、前記表示制御部 5 により表示される FWHM の値及び前記インデックス I_n の値、前記特異性スペクトル S_p は複数音線の平均である。

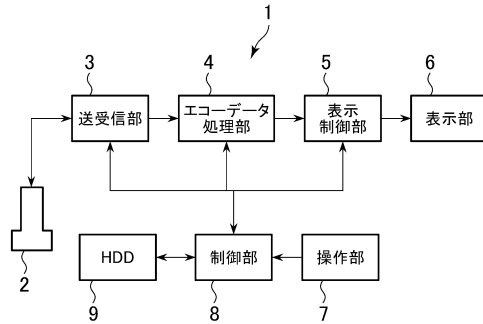
【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

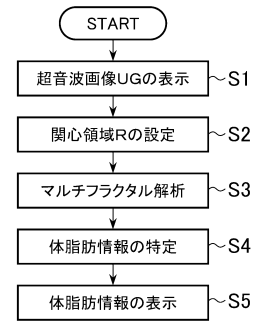
30

- 1 超音波診断装置
- 5 表示制御部
- 8 2 マルチフラクタル解析部
- 8 5 信号結合部

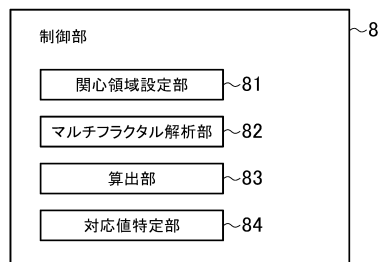
【図 1】



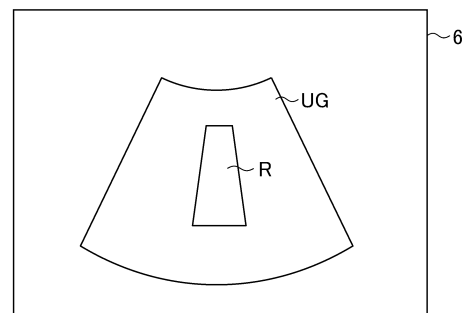
【図 3】



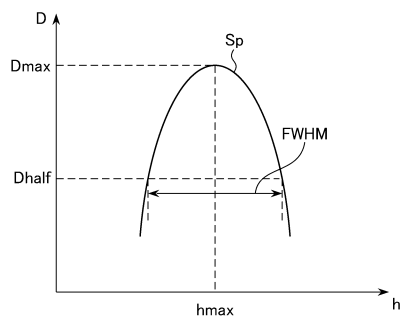
【図 2】



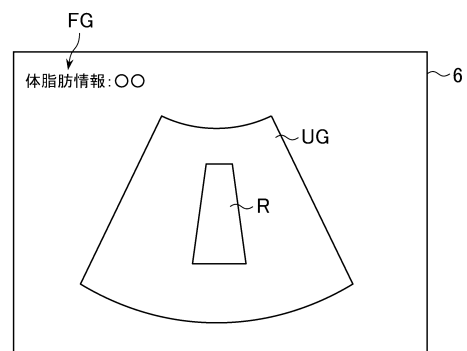
【図 4】



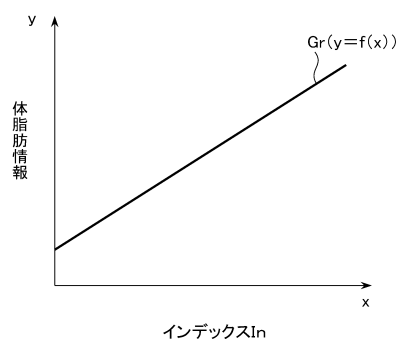
【図 5】



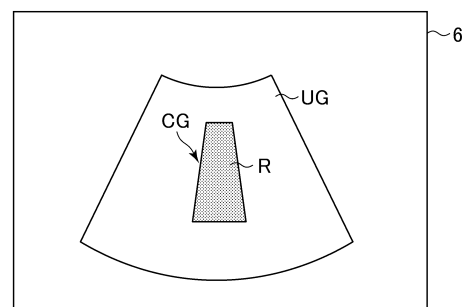
【図 7】



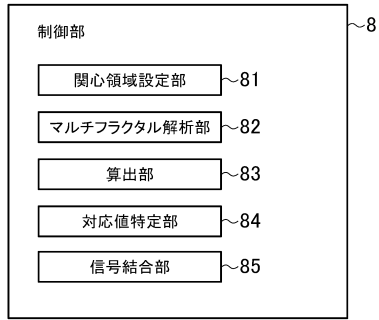
【図 6】



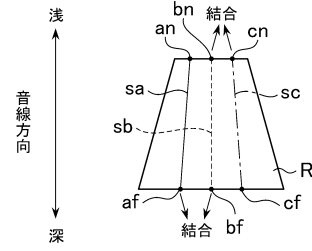
【図 8】



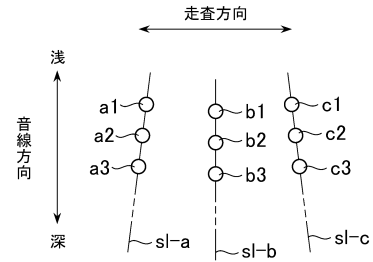
【図 9】



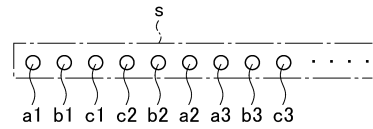
【図 11】



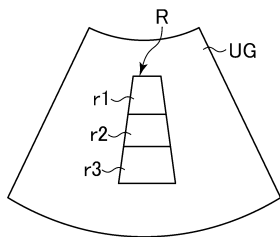
【図 12】



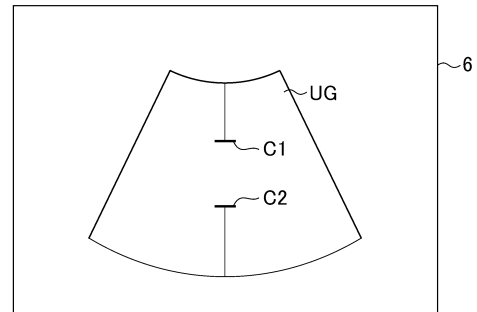
【図 13】



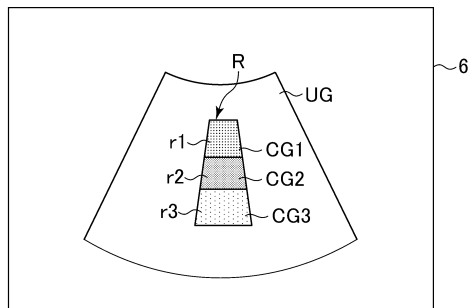
【図 14】



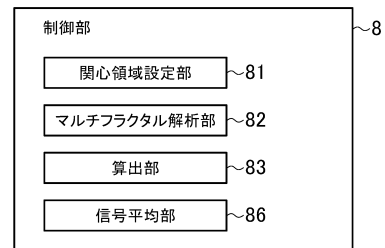
【図 16】



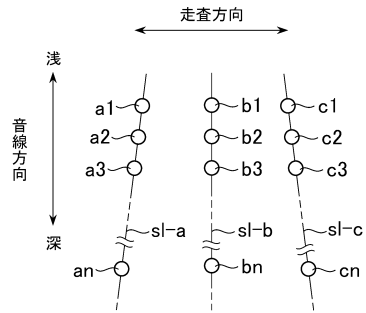
【図 15】



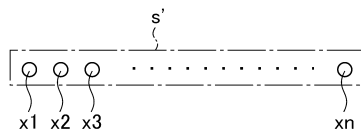
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-110833(JP,A)
 特開2004-267464(JP,A)
 米国特許出願公開第2003/0163057(US,A1)
 特開2005-118320(JP,A)
 特開昭64-062134(JP,A)
 特開平05-329151(JP,A)
 実開平05-076412(JP,U)
 松下貢,自己相似・自己アフィン・マルチフラクタル,物性研究,物性研究刊行会,2006年
 3月20日,第85巻,第6号,第886-903頁,(サブゼミ,第50回物性若手夏の学
 校(2005年度),講義ノート)
 金山侑子,他4名,「びまん性肝疾患における減衰量イメージングの有用性の検討」,超音波医
 学,(社)日本超音波医学会,2010年 4月15日,第37巻,S390
 増井孝之,他2名,「1・5TMR-を用いたメタボ健診の意義と展望」,月刊新医療 6月号
 ,(株)エム・イー振興協会,2010年 6月 1日,第37巻第6号,p.44-46
 秋山いわき,他3名,“Bモード画像のフラクタル次元について”,日本超音波医学会 第60
 回研究発表会 講演論文集 Vol.19 Supplement I JAPANESE JOURNAL OF
 MEDICAL ULTRASONICS,(社)日本超音波医学会,1992年 4月25日,第19巻,p.331-332
 菊池恒男,他5名,“超音波診断装置のエコー波形スペクトル形状による肝疾患定量診断技術の
 開発”,日本音響学会研究発表会講演論文集 秋II,社団法人日本音響学会,200
 1年10月 2日,p.1215-1216
 菊池恒男,他2名,“超音波による肝線維化の定量的評価”,日本超音波医学会 第62回研究
 発表会 講演論文集 Vol.20 Supplement I JAPANESE JOURNAL OF MEDICA
 L ULTRASONICS,(社)日本超音波医学会,1993年 4月20日,第20巻,p.521-522

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A61B 8/00 - 8/15
 A61B 6/00 - 6/14
 A61B 5/055
 JSTPlus(JDreamIII)
 JMEDPlus(JDreamIII)
 JST7580(JDreamIII)

专利名称(译)	超声波诊断装置及其控制程序		
公开(公告)号	JP5922337B2	公开(公告)日	2016-05-24
申请号	JP2011077334	申请日	2011-03-31
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	谷川俊一郎		
发明人	谷川 俊一郎		
IPC分类号	A61B8/08 G06T1/00		
FI分类号	A61B8/08 G06T1/00.290.D G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/DD02 4C601/DD18 4C601/EE09 4C601/JB60 4C601/JC07 4C601/JC13 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/LL33 5B057/DA20 5B057/DB02 5B057/DB09 5B057/DC30 5L096/AA06 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/DA04		
审查员(译)	棕熊正和		
其他公开文献	JP2012210316A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波诊断设备，使操作者能够轻松地进行身体脂肪的诊断。解决方案：用于基于发送到对象的超声回波信号显示超声图像UG的超声诊断设备包括：多重分形分析部分，用于对回波信号进行多重分形分析；显示控制部分，用于显示诸如脂肪含量百分比，脂肪量和脂肪面积之类的值的显示FG，作为与由多重分形分析部分基于身体之间的相应信息获得的分析结果相对应的身体脂肪的信息。脂肪信息和多重分形分析的结果。

(21) 出願番号	特願2011-77334 (P2011-77334)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成23年3月31日 (2011.3.31)		ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
(65) 公開番号	特開2012-210316 (P2012-210316A)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グラントグユー・ブルバード・ダブルユー・710・3000
(43) 公開日	平成24年11月1日 (2012.11.1)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成25年11月27日 (2013.11.27)		弁理士 荒川 聡志
		(72) 発明者	谷川 俊一郎
			東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内
		審査官	棕熊 政一
			最終頁に続く