

(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2016-73541

(P2016-73541A)

(43) 公開日 平成28年5月12日(2016.5.12)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F I
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2014-207321 (P2014-207321)
(22) 出願日 平成26年10月8日 (2014.10.8)(71) 出願人 390029791
日立アロカメディカル株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号
(74) 代理人 110001210
特許業務法人YK I 国際特許事務所
(72) 発明者 田中 由紀
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
アロカメディカル株式会社内
(72) 発明者 前田 俊徳
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
アロカメディカル株式会社内
(72) 発明者 永瀬 優子
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
アロカメディカル株式会社内

最終頁に続く

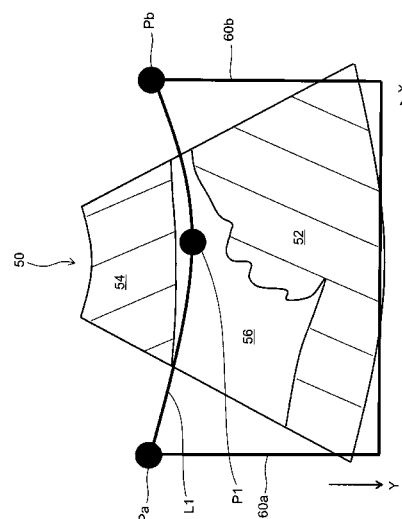
(54) 【発明の名称】 超音波画像処理装置、プログラム及び超音波画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】超音波画像上においてカットラインを適切に設定できるようにする。

【解決手段】断面画像50に対して仮制御点群（中間点P1，P2，・・・）が設定される。続いて、仮制御点群の中から選択された仮制御点（例えば中間点P1）を通り、一方側60aの端点Paと他方側60bの端点Pbとを結ぶ候補経路（例えば候補経路L1）が生成される。選択対象となる仮制御点を順次異ならせることにより、候補経路群（候補経路L1，L2，・・・）が生成される。個々の候補経路について、候補経路上の画素値列に基づいて評価値（例えば画素値の総和）が演算される。評価値に基づいて候補経路群の中から最良経路が選択される。最良経路は注目組織像を抽出するためのカットラインとして利用される。または、最良経路を生成する際に選択された仮制御点がカットラインを規定する制御点として利用される。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理する超音波画像処理装置において、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記一方側と前記他方側との間を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

を含み、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波画像処理装置において、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含むことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波画像処理装置において、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値の総和であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値である、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の超音波画像処理装置において、

前記注目組織は胎児であり、

前記カットラインは胎児データと子宮壁データとを空間的に分離するためのラインである、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の超音波画像処理装置において、

前記各候補経路生成手段は、前記一方側において指定された一方端点と、前記他方側において指定された他方端点と、前記選択された仮制御点と、に基づいて、前記各候補経路を生成する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の超音波画像処理装置において、

前記候補経路生成手段は、前記一方側に設定された一方の仮端点列の中から選択された一方の仮端点と、前記他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、前記選択された仮制御点と、に基づいて前記各候補経路を生成する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の超音波画像処理装置において、

前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像上において、少なくとも、前記一方側と前記他方側とを結ぶ方向に直交する方向に広がった複数の点を、前記仮制御点群として設定する、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波画像処理装置において、

前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像に設定された格子上の複数の点を前記仮制御点群として設定する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 9】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理するコンピュータを、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記一方側と前記他方側との間を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

として機能させ、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 10】

生体内の三次元送受波領域から取得されたボリュームデータ中の少なくとも 1 つのフレームデータに対して候補経路群を設定する工程と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を特定する工程と、

前記最良経路に基づいて前記ボリュームデータ内に三次元関心領域を設定する工程と、

前記三次元関心領域内の部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を形成する工程と、

を含むことを特徴とする超音波画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波画像処理装置に関し、特に、超音波画像において注目組織像を他の組織像から分離するためのカットラインを設定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野において、三次元超音波診断が普及しつつある。例えば、産科においては、母体内の胎児を包含する三次元空間に対し、超音波が送受波され、これにより、ボリュームデータが取得される。一般的に、ボリュームデータに対して三次元関心領域（3D-ROI）が設定され、三次元関心領域内のデータに対するレンダリング処理により、胎児の三次元画像が形成される。

【0003】

三次元関心領域内において、胎児データの手前側に（レンダリング原点である投影視点側に）子宮壁データが存在すると、子宮壁が画像化されてしまい、胎児像が子宮壁像に隠されてしまうという問題が生じる。従って、三次元関心領域内に胎児データが含まれ、かつ、子宮壁データが三次元関心領域内に含まれないように、三次元関心領域を設定することが望まれる。なお、胎児画像化に際して不要となる子宮壁像の概念には胎盤像が含まれる。

【0004】

一般的に、三次元関心領域は上面としてのレンダリング開始面を有している。レンダリング開始面は、画像化の対象組織と非対象組織とを分離する機能を有し、例えば、カット面やクリッピング面と称されることがある。そのレンダリング開始面ができる限り胎児データと子宮壁データとの間に位置するように、レンダリング開始面が設定されることが望まれる。具体的には、胎児像と子宮壁像との間に羊水像が存在している場合、ボリュームデータの代表断面上において、三次元関心領域の断面を示すボックスの上辺（カットライン）が羊水像の中にとどまるように、カットラインの形状を定めることが望まれる。つまり、できる限り胎児像と子宮壁像とにカットラインがかからないように、カットラインの形状を定めることが望まれる。なお、胎児の顔を画像化したい場合には、胎児の顔が注目組織（画像化の対象組織）に該当し、胎児の顔以外の組織は、画像化の非対象組織に該当する。例えば、胎児の顔の手前に胎児の手や足が存在する場合、それらは胎児の一部ではあるが、手や足の像は、胎児の顔の像からの分離対象の像に該当する。

10

【0005】

なお、特許文献1に記載されている装置では、凸面又は凹面としてのカット面がマニュアルで設定されている。特許文献2には、画素値に基づいて関心領域を設定する装置が開示されている。特許文献3には、ボリュームデータに基づいて、胎児像と他の組織像との境界を検出し、その境界にカット面を設定する装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特開2011-83439号公報

【特許文献2】特開2011-224362号公報

【特許文献3】国際公開第2013/027526号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

カットラインを形成する手法として、例えばスプライン補間法等が知られている。その手法を適用するためには、形成したいカットラインの形状を規定するための複数の制御点（例えば2つの端点と少なくとも1つの中間点）を、ユーザが直接的に又は間接的に設定する必要がある。しかし、羊水像の形状次第では、羊水像からカットラインがはみ出し易くなる。また、中間点の数を増やすほど、ユーザにとって制御点の設定の煩雑さが増大する。

30

【0008】

本発明の目的は、超音波画像上においてカットラインを適切に設定できるようにすることである。あるいは、カットラインの設定に要するユーザの操作負担を軽減することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る超音波画像処理装置は、注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理する超音波画像処理装置において、前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも1つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記一方側と前記他方側との間を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、を含み、前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、ことを特徴とする。

40

【0010】

上記の構成では、仮制御点設定手段が、超音波画像上における一方側と他方側との間に

50

複数の仮制御点を設定する。結果として複数の仮制御点が設定されればよく、必ずしもそれらが同時に事前に設定される必要はない。候補経路生成手段は、それらを選択的に利用することにより、複数の候補経路を生成する。各候補経路は、その候補経路上の画素値列つまり複数の画素値に基づいて評価される。超音波画像を構成する個々の画素値は一般的にそれが表している組織によって異なる。それ故、画素値列を評価すれば、その候補経路がどの組織を通過しているのかを推測することが可能である。つまり、各画素値列に基づいて各候補経路を評価することにより、例えば、特定の組織像（例えば胎児像の周囲に存在する羊水像）の中を最も長く通る特定の経路を特定することが可能となる。例えば、評価値として、候補経路上の画素値の総和や分散値等が用いられる。もちろん、他の値が評価値として用いられてもよい。一例として、画素値の総和が評価値として用いられ、複数の候補経路の中から評価値が最小となる候補経路が最良経路として選択される。これにより、画素値の総和が相対的に小さい像を通る候補経路が最良経路として選択される。カットラインは、超音波画像において、注目組織像（例えば胎児像）を画像化の妨害組織像（例えば子宮壁像）から分離することを目的として設定されるラインである。従って、注目組織像と妨害組織像との間に別の組織像（例えば羊水像）が存在している場合において、その別の組織像の中にカットラインが設定されることにより、注目組織像と妨害組織像とを分離することが可能となる。上記構成によれば、羊水像の中にカットラインを容易に設定することが可能となる。これにより、胎児像と子宮壁像とを適切に分離することが可能となる。また、カットライン又は制御点が設定されるので、ユーザにとってカットライン又は制御点の設定の煩雑さが解消される。上記構成において、超音波画像から別の組織像（例えば羊水像）を抽出し、その組織像内に仮制御点群を設定してもよい。

【0011】

上記の構成において、一方側及び他方側は、候補経路群についての一端群側と他端群側とに相当する相対的な概念である。一方側及び他方側は、例えば、超音波画像において相互に離間した左側領域及び右側領域である。また、空間的な広がりとは、例えば、少なくとも、一方側と他方側とを結ぶ方向に直交する方向への広がりである。

【0012】

なお、超音波画像処理装置は、超音波診断装置によって構成されてもよいし、超音波診断装置で取得されたデータを処理するコンピュータによって構成されてもよいし、他の装置によって構成されてもよい。

【0013】

望ましくは、前記最良経路選択手段は、前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、を含む。

【0014】

望ましくは、前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値の総和であり、前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値である。

【0015】

望ましくは、前記注目組織は胎児であり、前記カットラインは胎児データと子宮壁データとを空間的に分離するためのラインである。なお、胎児の顔が注目組織に該当する場合、胎児の顔以外の組織のデータは、顔データからの分離対象となる。例えば、手や足のデータは、顔データからの分離対象のデータに該当する。

【0016】

望ましくは、前記各候補経路生成手段は、前記一方側において指定された一方端点と、前記他方側において指定された他方端点と、前記選択された仮制御点と、に基づいて、前記各候補経路を生成する。一方端点及び他方端点は、ユーザによって指定された点であってもよいし、予め決定された位置に固定された点であってもよい。

【0017】

望ましくは、前記候補経路生成手段は、前記一方側に設定された一方の仮端点列の中か

ら選択された一方の仮端点と、前記他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、前記選択された仮制御点と、に基づいて前記各候補経路を生成する。この構成では、一方の仮端点及び他方の仮端点も選択された上で、候補経路が生成される。

【0018】

望ましくは、前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像上において、少なくとも、前記一方側と前記他方側とを結ぶ方向に直交する方向に広がった複数の点を、前記仮制御点群として設定する。仮制御点群は、例えば、一次元的又は二次元的に分布する点群である。各制御点の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。それらの間隔はユーザによって任意に変更されてもよい。

10

【0019】

望ましくは、前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像に設定された格子上の複数の点を前記仮制御点群として設定する。格子上の各点の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。それらの間隔はユーザによって任意に変更されてもよい。

【0020】

本発明に係るプログラムは、注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理するコンピュータを、前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも1つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記一方側と前記他方側との間を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、として機能させ、前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、ことを特徴とする。

20

【0021】

本発明に係る超音波画像処理方法は、生体内の三次元送受波領域から取得されたボリュームデータ中の少なくとも1つのフレームデータに対して候補経路群を設定する工程と、前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を特定する工程と、前記最良経路に基づいて前記ボリュームデータ内に三次元関心領域を設定する工程と、前記三次元関心領域内の部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0022】

本発明によると、超音波画像上においてカットラインを適切に設定することが可能となる。あるいは、カットラインの設定に要するユーザの操作負担を軽減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】断面画像の一例を示す図である。

40

【図3】断面画像の一例を示す図である。

【図4】実施例1に係る候補経路群の一例を示す図である。

【図5】実施例1に係るカットラインの一例を示す図である。

【図6】注目画素及び周辺画素の一例を説明するための図である。

【図7】画素値のヒストグラムの一例を示す図である。

【図8】変形例1に係る候補経路群の一例を示す図である。

【図9】変形例2に係る候補経路群の一例を示す図である。

【図10】三次元関心領域の一例を示す概念図である。

【図11】三次元関心領域の別の例を示す概念図である。

【図12】三次元関心領域の更に別の例を示す概念図である。

50

【図 1 3】実施例 2 に係る候補経路群の一例を示す図である。

【図 1 4】実施例 2 に係る候補経路群の一例を示す図である。

【図 1 5】制御点の一例を示す図である。

【図 1 6】実施例 2 に係るカットラインの一例を示す図である。

【図 1 7】実施例 2 の変形例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図 1 には、本発明に係る超音波画像処理装置としての超音波診断装置の実施形態が示されている。図 1 は、その全体構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は医療分野において用いられ、超音波の送受波により生体内の組織の三次元画像を形成する機能を備えている。本実施形態では、一例として、画像化の対象となる組織は胎児である。もちろん、他の組織を画像化してもよい。

10

【0025】

プローブ 10 は超音波を送受波する送受波器である。本実施形態においては、プローブ 10 は 2D アレイ振動子を有している。2D アレイ振動子は、複数の振動素子が二次元的に配列されて形成されたものである。この 2D アレイ振動子によって超音波ビームが形成され、その超音波ビームは二次元的に走査される。これにより、三次元エコーデータ取込空間としての三次元空間 12 が形成される。または、プローブ 10 は、1D アレイ振動子とそれを機械的に走査する走査機構とを内蔵していてもよい。1D アレイ振動子による超音波ビームの電子走査により走査面が形成され、その走査面を機械的に走査してもよい。このような方式によっても、三次元空間 12 が形成される。電子走査方式としては、電子セクタ走査、電子リニア走査等が知られている。胎児の超音波診断を行う場合には、プローブ 10 が母体の腹部表面上に当接され、その状態において超音波の送受波が行われる。

20

【0026】

送受信部 14 は、送信ビームフォーマ及び受信ビームフォーマとして機能する。送信時において、送受信部 14 は、プローブ 10 の複数の振動素子に対して一定の遅延関係をもった複数の送信信号を供給する。これにより、超音波の送信ビームが形成される。受信時において、生体内からの反射波はプローブ 10 において受波され、これによりプローブ 10 から送受信部 14 へ複数の受信信号が出力される。送受信部 14 では、複数の受信信号に対する整相加算処理が実行され、これにより整相加算後の受信信号としてビームデータが出力される。なお、超音波の送受波において、送信開口合成等の技術が利用されてもよい。

30

【0027】

ビームデータに対しては、信号処理部 16 によって、検波、対数圧縮、座標変換等の信号処理が適用される。信号処理後のビームデータは、3D メモリ 18 に格納される。もちろん、そのような処理が行われないビームデータが 3D メモリ 18 に格納されてもよい。ビームデータの読み出し時に、上記の処理が行われてもよい。

【0028】

3D メモリ 18 は、送受波空間としての三次元空間に対応する記憶空間を有している。3D メモリ 18 には、三次元空間 12 から取得されたエコーデータ集合体としてのボリュームデータが格納される。ボリュームデータは、実際には、複数本のビームデータに対する座標変換及び補間処理により構成されるものである。ビームデータの読み出し時に、ビームデータに対する座標変換が実行されてもよい。

40

【0029】

三次元画像形成部 20 は、3D メモリ 18 からボリュームデータを読み出し、制御部 30 から与えられたレンダリング条件に従って、三次元関心領域 (3D - ROI) 内のボリュームデータに対してレンダリング処理を実行する。これにより、三次元画像が形成される。その画像データは表示処理部 26 に出力される。レンダリング処理としては各種の手法が知られており、様々な手法を採用することができる。例えば、ボリュームレンダリング法やサーフェスレンダリング法等の画像処理法が適用される。

50

【 0 0 3 0 】

断面画像形成部 2 2 は、二次元の断面画像（B モード断層画像）を形成する機能を備えている。例えば、断面画像形成部 2 2 は、ユーザによって任意に設定された断面における断面画像データを形成する機能を備えている。具体的には、制御部 3 0 から断面画像形成部 2 2 に対して任意断面の座標情報等が与えられると、断面画像形成部 2 2 は、その任意断面に相当するデータを 3 D メモリ 1 8 から読み出す。断面画像形成部 2 2 は、読み出したデータに従って二次元の断面画像を形成する。この画像データは表示処理部 2 6 に出力される。なお、断面画像形成部 2 2 は、ユーザによって指定された任意の数の断面画像を形成してもよい。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施形態では、断面画像形成部 2 2 は、二次元の走査面に対する超音波の送受により取得されたビームデータに基づいて、B モード断層画像を形成してもよい。

【 0 0 3 2 】

グラフィック画像形成部 2 4 は、制御部 3 0 から供給されるグラフィック作成用のパラメータに従って、断面画像や三次元画像に対してオーバーレイ表示されるグラフィックデータを形成する。例えば、グラフィック画像形成部 2 4 は、三次元関心領域の断面を表すグラフィックデータやカットラインを表すグラフィックデータ等のデータを形成する。このように形成されたグラフィックデータは表示処理部 2 6 に出力される。

【 0 0 3 3 】

表示処理部 2 6 は、断面画像や三次元画像に対して、必要なグラフィックデータをオーバーレイ処理し、これによって表示画像を構成している。表示画像のデータは表示部 2 8 に出力され、表示モードに従った表示形態で 1 又は複数の画像が表示される。例えば、断面画像や三次元画像がリアルタイムで動画像として表示される。表示部 2 8 は、例えば液晶ディスプレイ等の表示デバイスによって構成されている。

【 0 0 3 4 】

制御部 3 0 は、図 1 に示す各構成の動作制御を行っている。制御部 3 0 には入力部 3 2 が接続されている。入力部 3 2 は操作パネルによって構成され、その操作パネルはキーボードやトラックボール等を有するものである。ユーザは入力部 3 2 を用いて、三次元関心領域の設定にあたって必要な数値や任意断面の座標等の情報を入力することが可能である。

【 0 0 3 5 】

画像処理部 3 4 は、仮制御点設定部 3 6、候補経路生成部 3 8、評価部 4 0 及び関心領域設定部 4 2 を含み、カットライン、カット面及び三次元関心領域を設定する機能を備えている。以下、画像処理部 3 4 の各部の機能について説明する。

【 0 0 3 6 】

仮制御点設定部 3 6 は、断面画像において一方側と他方側との間に、空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する。一方側及び他方側は、例えば、超音波画像において相互に離間した左側領域及び右側領域に対応する。例えば、仮制御点設定部 3 6 は、断面画像データを断面画像形成部 2 2 から取得し、断面画像に対して仮制御点群を設定する。または、仮制御点設定部 3 6 は、その断面に相当するデータを 3 D メモリ 1 8 から読み出し、そのデータに対して仮制御点群を設定してもよい。例えば、仮制御点設定部 3 6 は、断面画像上に格子を設定し、その格子上の複数の点を仮制御点群として設定する。各仮制御点は等間隔で設定されてもよいし、非等間隔で設定されてもよい。または、仮制御点設定部 3 6 は、仮制御点をランダムに分散して設定してもよい。

【 0 0 3 7 】

候補経路生成部 3 8 は、仮制御点群の中から選択された仮制御点に基づいて、断面画像において一方側と他方側との間を結ぶ候補経路を生成する。例えば、候補経路生成部 3 8 は、選択された 1 又は複数の仮制御点を通り、一方側と他方側との間を結ぶ候補経路を生成する。候補経路生成部 3 8 は、選択された仮制御点を異ならせて複数の候補経路を生成する。例えば、候補経路生成部 3 8 は、一方側において指定された一方端点と、他方側に

10

20

30

40

50

において指定された他方端点と、の間を結ぶ経路を候補経路として生成する。または、候補経路生成部 38 は、一方側に設定された一方の仮端点列の中から選択された一方の仮端点と、他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、の間を結ぶ経路を候補経路として生成してもよい。

【0038】

評価部 40 は、候補経路上の画素値列に基づいて当該候補経路を評価する。評価部 40 は、各候補経路を評価することにより、複数の候補経路の中から最良経路を選択する。選択された最良経路はカットラインとして利用される。または、最良経路を生成する元となった 1 又は複数の仮制御点は、カットラインを規定する 1 又は複数の制御点として利用される。例えば、評価部 40 は、候補経路ごとに画素値列に基づいて評価値を演算し、複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより最良経路を選択する。具体的には、評価部 40 は、候補経路上の複数の画素値（例えば輝度値やエコー値）の総和を評価値として演算する。別の例として、評価部 40 は、候補経路上の画素値の分散値を評価値として演算してもよい。更に別の例として、評価部 40 は、候補経路上の画素の周辺画素を利用して評価値を演算してもよい。更に別の例として、評価部 40 は、候補経路上の画素値のヒストグラムを評価値として演算してもよい。評価部 40 は、各候補経路の評価値を演算し、評価値に基づいて最良経路を選択する。例えば、評価部 40 は、画素値の総和が最小となる候補経路を最良経路として選択する。

10

【0039】

関心領域設定部 42 は、評価部 40 によって選択された最良経路（カットライン）を含むカット面を生成し、そのカット面を含む三次元関心領域をボリュームデータに対して設定する。例えば、関心領域設定部 42 は、カットラインを通る複数のスプライン曲線を生成し、これにより、カット面を生成する。他の手法によってカット面が生成されてもよい。カット面はレンダリング処理の開始面に相当し、画像化の対象組織と非対象組織とを分離する機能を有する。カット面を基準にして、手前側の組織（レンダリング処理における投影視点側の組織）は、画像化の非対象組織に相当し、奥側の組織（投影視点とは反対側の組織）は、画像化の対象組織に相当する。三次元画像形成部 20 は、三次元関心領域内のボリュームデータに対してレンダリング処理を適用する。これにより、三次元関心領域内の三次元画像が形成される。

20

【0040】

図 2 には、表示部 28 に表示される画像の一例が示されている。断面画像 50 は、例えば、三次元空間 12 の中央の走査面における断面画像である。断面画像 50 は、XY 断面を表す断面画像であり、その断面画像 50 内にはグラフィックイメージとしてのボックス $S \times y$ が含まれている。このボックス $S \times y$ は、三次元関心領域の XY 断面を表している。ボックス $S \times y$ の上辺は、カットライン $L \times y$ である。端点 $P a$ 、 $P b$ は、カットライン $L \times y$ の両端点に相当する。断面画像 50 は、一例として、胎児像 52、子宮壁像 54 及び羊水像 56 を含む。

30

【0041】

例えば図 3 に示すように、ユーザは入力部 32 を利用して、端点 $P a$ 、 $P b$ の X 方向及び Y 方向のそれぞれの位置を変更することが可能である。端点 $P a$ 、 $P b$ の位置を変更することにより、ボックス $S \times y$ の X 方向の長さ（幅）及び Y 方向の長さ（高さ）のそれぞれを変更することができる。ボックス $S \times y$ の幅及び高さに応じて、三次元関心領域の幅及び高さを変更される。なお、端点 $P a$ 、 $P b$ の Y 方向の位置は、それぞれ個別的に変更可能であってもよいし、互いに同じ高さに合わせられた上で、連動して変更可能であってもよい。

40

【0042】

（実施例 1）

次に、図 4 から図 9 を参照して、実施例 1 に係るカットライン生成処理について、具体的に説明する。

【0043】

50

図 4 には、断面画像、仮制御点群及び候補経路群の一例が示されている。図 4 に示されている断面画像 5 0 は、図 2 及び図 3 に示されている断面画像と同じ画像である。仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 において、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との間に、仮制御点群（例えば中間点 P 1 , P 2 , P 3 , . . . ）を設定する。一方側 6 0 a 及び他方側 6 0 b は、ボックス S x y の左右の辺に相当する。図 4 に示す例では、仮制御点設定部 3 6 は、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との間に格子 6 2 を設定し、その格子 6 2 上の各点（縦線と横線とが交差する各点）に中間点（仮制御点）を設定する。格子 6 2 の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。また、仮制御点設定部 3 6 は、格子 6 2 を設定せずに、複数の中間点をランダムに分散して設定してもよい。なお、図 4 には、説明の便宜上、3 つの中間点（中間点 P 1 , P 2 , P 3 ）のみが示されているが、格子 6 2 上の各点には中間点が設定される。

10

【 0 0 4 4 】

中間点 P 1 , P 2 , P 3 , . . . が設定されると、候補経路生成部 3 8 は、中間点を通り、一方側 6 0 a の端点 P a と他方側 6 0 b の端点 P b とを結ぶ候補経路を生成する。端点 P a , P b の位置はユーザによって指定されており、端点 P a , P b はボックス S x y の左右の辺の上端部に相当する。なお、端点 P a , P b の位置は固定されていてもよい。候補経路生成部 3 8 は、中間点を異ならせて複数の候補経路を生成する。図 4 に示す例では、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 1 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 1 を生成する。一例として、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 1 と端点 P a , P b とに基づくスプライン補間演算により、スプライン曲線としての候補経路 L 1 を生成する。例えば、中間点 P 1 を頂点とする候補経路 L 1 が生成される。同様に、中間点 P 2 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 2 が生成され、中間点 P 3 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 3 が生成される。候補経路 L 2 , L 3 も、一例としてスプライン曲線である。他の中間点についても同様に、候補経路が生成される。なお、候補経路はスプライン曲線に限定されない。候補経路は、ベジェ曲線等の他の曲線であってもよいし、最小二乗法によって求められた曲線であってもよい。以下の説明においても同様である。なお、図 4 には、説明の便宜上、3 つの候補経路（候補経路 L 1 , L 2 , L 3 ）のみが示されているが、格子 6 2 上に設定された個々の中間点毎に候補経路が生成される。

20

【 0 0 4 5 】

候補経路 L 1 , L 2 , L 3 , . . . が生成されると、評価部 4 0 は、候補経路上の複数の画素値（例えば輝度値やエコー値）の総和を、当該候補経路の評価値として演算する。評価部 4 0 は、候補経路の周辺画素の値を用いて画素値の補間処理を行ってもよい。図 4 に示す例では、評価部 4 0 は、候補経路 L 1 , L 2 , L 3 , . . . のそれぞれについて、画素値の総和を評価値として演算する。なお、候補経路が長くなるほど候補経路上の画素数が多くなり、その分、画素値の総和が増大する可能性がある。それ故、評価部 4 0 は、候補経路上の画素数で評価値（画素値の和）を規格化してもよい。これにより、画素数に依存しない評価値、つまり、候補経路の長さには依存しない評価値が得られる。評価部 4 0 は、特定の領域に含まれる候補経路の評価値を規格化し、それ以外の領域に含まれる候補経路の評価値を規格化しなくてもよい。例えば、評価部 4 0 は、端点 P a , P b よりも上側の領域に含まれる候補経路の評価値を規格化し、下側の領域に含まれる候補経路の評価値を規格化しなくてもよい。または、評価部 4 0 は、長さが閾値以上となる候補経路の評価値、つまり、画素数が閾値以上となる候補経路の評価値を規格化し、長さが閾値未満（画素数が閾値未満）となる候補経路の評価値を規格化しなくてもよい。

30

40

【 0 0 4 6 】

そして、評価部 4 0 は、候補経路 L 1 , L 2 , L 3 , . . . の中で評価値が最小となる候補経路を最良経路として選択する。例えば図 5 に示すように、候補経路 L 1 が最良経路として選択されている。最良経路である候補経路 L 1 は、レンダリング処理におけるカットラインとして利用される。また、候補経路 L 1 を生成する元になった中間点 P 1 （仮制御点）は、カットラインを規定する制御点として利用される。

【 0 0 4 7 】

50

一般的に、羊水像 5 6 の画素値（例えば輝度値やエコー値）は、胎児像 5 2 や子宮壁像 5 4 の画素値よりも低い。そのため、羊水像 5 6 内を通過する候補経路の評価値（画素値の総和）は相対的に低くなり、評価値が最小となる候補経路は、羊水像 5 6 内を通過していると推測される。従って、各候補経路の評価値を演算し、評価値が最小となる候補経路を選択することにより、羊水像 5 6 内を通過していると推測されるカットラインを選択することが可能となる。

【0048】

以上のように、実施例 1 によると、羊水像 5 6 内にカットラインを適切に設定することが可能となる。すなわち、できる限り胎児像 5 2 と子宮壁像 5 4 とにカットラインがかぶらないように、羊水像 5 6 内にカットラインを設定することが可能となる。その結果、画像化の対象組織である胎児のデータと非対象組織である子宮壁のデータとを、できる限り分離することが可能となる。また、ユーザは制御点を指定する必要がなく、簡便な操作でカットラインを設定することができる。これにより、制御点の指定に要するユーザの操作負担を軽減することが可能となる。

10

【0049】

なお、候補経路生成部 3 8 は、複数の中間点を通る候補経路を生成してもよい。この場合も、各候補経路の評価値が演算され、最良経路が選択される。

【0050】

また、仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 の画素値に基づいて羊水像 5 6 を抽出し、その羊水像 5 6 内に複数の仮制御点を設定してもよい。羊水像 5 6 内に設定された仮制御点を通る候補経路の評価値は、相対的に低くなると想定される。一方、胎児像 5 2 及び子宮壁像 5 4 内に設定された仮制御点を通る候補経路の評価値は、相対的に高くなると想定される。評価値が相対的に高くなると想定される候補経路は、最良経路として選択される可能性が低い。従って、胎児像 5 2 及び子宮壁像 5 4 を避けて羊水像 5 6 内のみに仮制御点を設定することにより、最良経路をより効率的に選択することが可能となる。すなわち、断面画像 5 0 の全体に対して複数の仮制御点を設定する場合と比べて、設定される仮制御点の数を削減することが可能となる。その結果、候補経路の生成及び評価値の演算に要する時間を削減することが可能となる。

20

【0051】

上記の例では、評価値として画素値の総和が用いられているが、他の値が評価値として用いられてもよい。例えば、候補経路上の画素値の分散値を評価値として用いてもよい。一般的に、羊水像 5 6 内では、画素値（例えば輝度値やエコー値）の変化が相対的に少ない。そのため、羊水像 5 6 内を多く通る候補経路ほど、その候補経路上の画素値の変化（候補経路上の画素値の平均値と各画素値との差）が少ないと想定される。それ故、分散値が最小となる候補経路は、羊水像 5 6 内を通過していると推測される。図 4 に示す例では、評価部 4 0 は、候補経路 L 1 , L 2 , L 3 , . . . のそれぞれについて、候補経路上の画素値の分散値を演算し、分散値が最小となる候補経路（例えば候補経路 L 1 ）を最良経路として選択する。これにより、羊水像 5 6 内を通過していると推測される候補経路 L 1 がカットラインとして選択される。

30

【0052】

また別の値が評価値として用いられてもよい。例えば、候補経路上の各画素を注目画素とし、その注目画素の周辺画素の値を利用して評価値を演算してもよい。図 6 を参照して、この処理について説明する。評価部 4 0 は、候補経路上に演算領域 E を設定する。演算領域 E は、例えば、注目画素 e 1 と周辺画素 e 2 ~ e 2 5 とを含んでいる。評価部 4 0 は、演算領域 E に含まれる画素 e 1 ~ e 2 5 の値の総和を演算する。このとき、評価部 4 0 は、画素毎に重み係数を変え、重み付けされた画素値の総和を演算する。例えば、注目画素 e 1 の重み係数を最大値とし、その注目画素 e 1 から離れる画素ほど重み係数を小さくする。図 6 に示す例では、周辺画素 e 2 ~ e 9 の重み係数を注目画素 e 1 の重み係数よりも小さくし、周辺画素 e 1 0 ~ e 2 5 の重み係数を更に小さくする。評価部 4 0 は、画素 e 1 ~ e 2 5 の画素値に重み係数を乗算し、重み付けがされた複数の画素値の総和を演算

40

50

する。評価部 40 は、候補経路上の各画素を注目画素とし、候補経路上に沿って端部 P a から端部 P b にかけて演算領域 E を順次移動させ、各注目画素について演算領域 E 内の画素値の総和（演算領域内総和）を演算する。そして、評価部 40 は、各注目画素についての演算領域内総和の総和を評価値として演算する。評価部 40 は、評価値が最小となる候補経路を最良経路として選択する。画素値に関する総和が最小となる候補経路は、羊水像 56 内を通過していると想定される。従って、評価値が最小となる候補経路を最良経路として選択することにより、羊水像 56 内を通過していると推測される候補経路が最良経路として選択される。

【0053】

更に別の値が評価値として用いられてもよい。例えば、候補経路上の各画素を注目画素とし、候補経路上における周辺画素の値を利用して評価値を演算してもよい。具体的には、評価部 40 は、候補経路上において、注目画素を基準にして予め設定された演算領域に含まれる画素を対象にして、画素値の分散値を演算する。評価部 40 は、候補経路上の各画素を注目画素とし、候補経路上に沿って端部 P a から端部 P b にかけて演算領域を順次移動させ、各注目画素について演算領域内の画素値の分散値（演算領域内分散値）を演算する。そして、評価部 40 は、各注目画素についての演算領域内分散値の総和を評価値として演算する。そして、評価部 40 は、評価値が最小となる候補経路を最良経路として選択する。これにより、羊水像 56 内を通過していると推測される候補経路が最良経路として選択される。

10

【0054】

更に別の例として、画素値のヒストグラムが評価値として用いられてもよい。具体的には、評価部 40 は、候補経路において、予め設定された閾値 T h 以下の画素値を有する画素の数の割合（候補経路上の総画素数に対する割合）を演算し、その割合に基づいて最良経路を選択する。例えば図 7 に示すように、評価部 40 は、各候補経路について、画素値毎の画素数（ヒストグラム）をカウントし、閾値 T h 以下の画素値を有する画素の数の割合を演算する。そして、評価部 40 は、その割合が最大となる候補経路を最良経路として選択する。胎児像 52 や子宮壁像 54 の画素値は相対的に高いため、これらの像を通過する候補経路においては、上記の割合は相対的に低くなると想定される。一方、羊水像 56 の画素値は相対的に低いいため、羊水像 56 を通過する候補経路においては、その割合が相対的に高くなると想定される。よって、その割合が最大となる候補経路を最良経路として選択することにより、羊水像 56 を通過していると推測される経路が選択される。なお、評価部 40 は、画素値を二値化した上で、閾値 T h 以下の画素値を有する画素の数の割合を演算してもよい。

20

30

【0055】

（変形例 1）

次に、図 8 を参照して、実施例 1 の変形例 1 について説明する。上述した図 4 に示す例では、端点 P a , P b の位置は、ユーザによって指定されている、又は、固定されている。変形例 1 では、端点も仮制御点として扱われる。

【0056】

図 8 には、断面画像、仮制御点群及び候補経路群の一例が示されている。図 8 に示されている断面画像 50 は、図 2 及び図 3 に示されている断面画像と同じ画像である。仮制御点設定部 36 は、断面画像 50 において、一方側 64 a に設けられた複数の仮一方端点（例えば仮一方端点 P a 1 , P a 2 , P a 3 , . . . ）の列と、他方側 64 b に設けられた複数の仮他方端点（例えば仮他方端点 P b 1 , P b 2 , . . . ）の列と、を設定する。また、仮制御点設定部 36 は、それらの列の間に設けられた複数の中間点（例えば中間点 P 4 , P 5 , P 6 , . . . ）を設定する。例えば、仮制御点設定部 36 は、断面画像 50 に対して格子 66 を設定し、その格子 66 上の点に、仮一方端点、仮他方端点及び中間点を設定する。一方側 64 a 及び他方側 64 b は、格子 66 の左右の辺に相当する。格子 66 の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。また、仮制御点設定部 36 は、格子 66 を設定せずに、複数の点をランダムに分散して設定してもよい。具体的には

40

50

、仮一方端点 P a 1 , P a 2 , P a 3 , . . . 及び仮他方端点 P b 1 , P b 2 , . . . は、それぞれ列状に配列されずに、ランダムに分散して配置されていてもよい。中間点 P 4 , P 5 , P 6 , . . . についても、ランダムに分散して配置されていてもよい。なお、図 8 には、説明の便宜上、3 つの仮一方端点（仮一方端点 P a 1 , P a 2 , P a 3 ）、2 つの仮他方端点（仮他方端点 P b 1 , P b 2 ）、及び、3 つの中間点（中間点 P 4 , P 5 , P 6 ）のみが示されているが、一方側 6 4 a の各点には仮一方端点が設定され、他方側 6 4 b の各点には仮他方端点が設定され、それらの間の各点には中間点が設定される。

【 0 0 5 7 】

仮一方端点、仮他方端点及び中間点が設定されると、候補経路生成部 3 8 は、中間点を通り、仮一方端点と仮他方端点とを結ぶ候補経路を生成する。候補経路生成部 3 8 は、仮一方端点、仮他方端点及び中間点を異ならせて複数の候補経路を生成する。図 8 に示す例では、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 4 を通り、仮一方端点 P a 2 と仮他方端点 P b 1 とを結ぶ候補経路 L 4 を生成する。一例として、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 4 、仮一方端点 P a 2 及び仮他方端点 P b 1 に基づくスプライン補間演算により、スプライン曲線としての候補経路 L 4 を生成する。例えば、中間点 P 4 を頂点とする候補経路 L 4 が生成される。同様に、中間点 P 5 を通り、仮一方端点 P a 1 と仮他方端点 P b 1 とを結ぶ候補経路 L 5 が生成され、中間点 P 6 を通り、仮一方端点 P a 3 と仮他方端点 P b 2 とを結ぶ候補経路 L 6 が生成される。候補経路 L 5 , L 6 も、一例としてスプライン曲線である。他の中間点、仮一方端点及び仮他方端点についても同様に、候補経路が生成される。

【 0 0 5 8 】

候補経路が生成されると、評価部 4 0 は、候補経路 L 4 , L 5 , L 6 , . . . のそれぞれの評価値を演算する。上述した例と同様に、評価値は、画素値の総和、分散値、周辺画素の値を利用した値、又は、ヒストグラムを利用した値等である。そして、評価部 4 0 は、候補経路 L 4 , L 5 , L 6 , . . . の中から最良経路を選択する。例えば、画素値の総和が評価値として利用される場合、評価部 4 0 は、評価値が最小となる候補経路を最良経路として選択する。例えば、候補経路 L 4 （実線で示されている経路）が最良経路として選択される。候補経路 L 4 はカットラインとして利用される。または、候補経路 L 4 を生成する元になった中間点 P 4 、仮一方端点 P a 2 及び仮他方端点 P b 1 は、カットラインを規定する制御点として利用される。変形例 1 によると、端点も制御点の選択対象となるため、より適切なカットラインを設定することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

変形例 1 においても、候補経路生成部 3 8 は、複数の中間点を通る候補経路を生成してもよい。また、仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 の画素値に基づいて羊水像 5 6 を抽出し、その羊水像 5 6 内に複数の中間点を設定してもよい。

【 0 0 6 0 】

（変形例 2）

次に、図 9 を参照して、実施例 1 の変形例 2 について説明する。変形例 1 では、候補経路の両端点（仮一方端点及び仮他方端点）が存在しているが、両端点が存在せずに、複数の仮制御点に基づいて候補経路が生成されてもよい。例えば、候補経路生成部 3 8 は、任意の 3 つの仮制御点を通る候補経路を生成する。

【 0 0 6 1 】

図 9 には、断面画像、仮制御点群及び候補経路群の一例が示されている。図 9 に示されている断面画像 5 0 は、図 2 及び図 3 に示されている断面画像と同じ画像である。仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 において、複数の仮制御点（例えば仮制御点 P 7 , P 8 , P 9 , . . . ）を設定する。例えば、仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 に対して格子 6 8 を設定し、その格子 6 8 上の各点（縦線と横線とが交差する各点）に仮制御点を設定する。格子 6 8 の間隔は等間隔であってもよいし、非等間隔であってもよい。また、仮制御点設定部 3 6 は、格子 6 8 を設定せずに、複数の仮制御点をランダムに分散して設定してもよい。仮制御点設定部 3 6 は、断面画像 5 0 から羊水像 5 6 を抽出し、その羊水像 5 6 内に複数の仮制御点を設定してもよい。

【 0 0 6 2 】

仮制御点が設定されると、候補経路生成部 38 は、任意の 3 つの仮制御点を通る候補経路を生成する。例えば、候補経路生成部 38 は、仮制御点 P7, P8, P9 を通る候補経路 L7 を生成する。一例として、候補経路生成部 38 は、仮制御点 P7, P8, P9 に基づくスプライン補間演算により、仮制御点 P7, P8, P9 を通るスプライン曲線を演算する。このスプライン曲線が候補経路 L7 である。例えば、中間の仮制御点 P8 を頂点とする候補経路 L7 が生成される。このとき、候補経路生成部 38 は、候補経路 L7 を仮制御点 P7, P9 よりも外側に延長する。例えば、候補経路生成部 38 は、仮制御点 P7, P8, P9 を通るスプライン曲線を基にして、周知の外挿法を適用することにより、仮制御点 P7, P9 の外側における曲線を演算する。同様に、仮制御点 P10, P11, P12 を通る候補経路 L8 が生成され、仮制御点 P13, P14, P15 を通る候補経路 L9 が生成される。候補経路 L8, L9 も、一例としてスプライン曲線である。他の仮制御点についても同様に、候補経路が生成される。なお、候補経路生成部 38 は、4 つ以上の仮制御点を通る候補経路を生成してもよい。

10

【 0 0 6 3 】

候補経路が生成されると、評価部 40 は、候補経路 L7, L8, L9, ... のそれぞれの評価値を演算する。この評価値は、上述した例と同様に、画素値の総和等である。そして、評価部 40 は、候補経路 L7, L8, L9, ... の中から最良経路を選択する。例えば、候補経路 L7 (実線で示されている経路) が最良経路として選択される。候補経路 L7 はカットラインとして利用される。また、候補経路 L7 を生成する元になった仮制御点 P7, P8, P9 は、カットラインを規定する制御点として利用される。なお、候補経路生成部 38 は、4 点以上の仮制御点を通る候補経路を生成してもよい。また、仮制御点設定部 36 は、断面画像 50 の画素値に基づいて羊水像 56 を抽出し、その羊水像 56 内に複数の仮制御点を設定してもよい。

20

【 0 0 6 4 】

以上のように実施例 1 又変形例 1, 2 によって最良経路 (カットライン) が選択されると、関心領域設定部 42 は、そのカットラインを含むカット面を生成し、そのカット面を含む三次元関心領域を設定する。

【 0 0 6 5 】

ここで、図 10 を参照して、カット面の生成処理の一例について説明する。図 10 には、三次元関心領域 V1 が示されている。三次元関心領域 V1 は、データ処理空間上において仮想的に存在する領域である。すなわち、三次元関心領域 V1 は、レンダリング処理範囲の条件として数値上存在しているだけであり、実際にはそのような形状が生成されているわけではない。ただし、本実施形態の説明にあたっては、その理解を助けるために、三次元関心領域 V1 を視覚的に認識できる図形であるものとみなす。

30

【 0 0 6 6 】

なお、図 10 において、三次元関心領域 V1 が有する 8 個の角が、符号 a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8 で表されている。また、各辺の中点が符号 a12, a23, a34, a14, a56, a67, a78, a58 で表されている。

【 0 0 6 7 】

図 2 に示されているボックス S x y は、三次元関心領域 V1 において、Z 方向の中央の X Y 断面に対応する。従って、図 2 から図 5 及び図 8, 9 に示されている断面画像 50 は、Z 方向の中央の X Y 断面における画像を表していることになる。なお、ボックス S x y は、Z 方向の中央の X Y 断面に限定されるものではなく、Z 方向の任意の位置の断面に対応していてもよい。ユーザによってその位置が指定されてもよい。例えば、胎児の顔のデータの中心断面等に、その断面が設定されることが想定される。もちろん、これ以外の場所に断面が設定されてもよい。

40

【 0 0 6 8 】

三次元関心領域 V1 の X 方向、Y 方向及び Z 方向のそれぞれのサイズは、ユーザが入力部 32 を利用することによって定められる。例えば、三次元関心領域 V1 の X 方向及び Y

50

方向のそれぞれのサイズは、図 2 に示されているボックス $S \times y$ の X 方向及び Y 方向のそれぞれのサイズによって定められる。Z 方向のそれぞれのサイズは、入力部 3 2 から入力されるパラメータに従って定められる。

【0069】

カット面 7 0 の生成処理について詳述する。ここでは、図 5 に示されている候補経路 L 1 が最良経路として選択されているものとする。候補経路 L 1 は、中間点 P 1 (制御点) を通り、中点 $a 1 4$, $a 2 3$ (端点 P a , P b に相当する) を結ぶ経路である。

【0070】

以上のように候補経路 L 1 が定められると、関心領域設定部 4 2 は、Z 方向に平行な辺 $b 2$ と辺 $b 4$ との間に、複数のスプライン曲線 (例えばスプライン曲線 $d 1$, $d 2$, . . .) を順次生成する。具体的には、関心領域設定部 4 2 は、X 方向に平行な辺 $b 1$, $b 3$ に対して、等間隔で複数の端点 $c 1$, $c 2$, $c 3$, $c 4$, . . . を設定し、同様に、候補経路 L 1 上においても、X 方向に等間隔で複数の通過点を設定する。そして、関心領域設定部 4 2 は、X 方向の各位置において、2 つの端点と 1 つの通過点とを用いてスプライン補間演算を行うことにより、スプライン曲線を生成する。図 1 0 に示す例では、スプライン曲線 $d 1$ は、端点 $c 1$, $c 2$ を結び、候補経路 L 1 上の通過点を通過する曲線である。また、スプライン曲線 $d 2$ は、端点 $c 3$, $c 4$ を結び、候補経路 L 1 上の通過点を通過する曲線である。そのようなスプライン曲線を、X 方向の各位置において生成することにより、結果として曲線アレイが形成され、それによって、カット面 7 0 が構成される。カット面 7 0 は、実際には、三次元形状データからなるものである。

【0071】

以上のように、関心領域設定部 4 2 はカット面 7 0 を生成し、そのカット面 7 0 を含む三次元関心領域 V 1 をボリュームデータに対して設定する。三次元画像形成部 2 0 は、三次元関心領域 V 1 内のボリュームデータに対してレンダリング処理を適用することにより、三次元関心領域 V 1 内の三次元画像を形成する。カット面 7 0 がレンダリング開始面に相当する。図 1 0 に示す例においては、レンダリング処理における各レイが Y 方向に沿って設定されており、投影視点は Y 方向上方である。従って、カット面 7 0 を基準にして投影視点側の組織は画像化されず、投影視点とは反対側の組織 (三次元関心領域 V 1 内の組織) が画像化される。なお、レンダリング処理にあたっては、各ボクセルデータは、周辺に存在する複数のエコーデータを参照することにより補間処理によって生成される。補間処理を行う場合において、三次元関心領域 V 1 外のデータが参照されることもある。

【0072】

三次元画像が形成されると、表示部 2 8 には、その三次元画像が表示される。例えば、断面画像 5 0 と三次元画像とが並べて表示部 2 8 に表示される。

【0073】

次に、図 1 1 を参照して、カット面の生成処理の別の例について説明する。図 1 1 には、三次元関心領域 V 2 が示されている。三次元関心領域 V 2 はカット面 7 2 を有する。カット面 7 2 は、図 1 0 に示されているカット面 7 0 とは異なる処理により生成される面である。なお、三次元関心領域 V 2 においてカット面以外の構成は、三次元関心領域 V 1 の構成と同じである。

【0074】

この例では、仮制御点設定部 3 6、候補経路生成部 3 8 及び評価部 4 0 による処理 (カットライン生成処理) が、Z 方向に等間隔で設定された各位置における断面画像 (XY 断面の画像) に対して実行される。例えば、画像処理部 3 4 によって、Z 方向に等間隔で複数の断面 $S \times y a$, $S \times y b$, $S \times y c$, . . . が設定される。これらの断面は、XY 断面を表している。そして、断面 $S \times y a$, $S \times y b$, $S \times y c$, . . . のそれぞれにおける断面画像を対象にして、カットライン生成処理が実行される。これにより、候補経路 $L a$, $L b$, $L c$, . . . がそれぞれ最良経路として選択される。例えば、断面 $S \times y a$ の断面画像を対象にしてカットライン生成処理が実行されると、候補経路 $L a$ が最良経路として選択される。また、候補経路 $L b$ は、断面 $S \times y b$ の断面画像における最良経路であ

る。候補経路 L_c は、断面 $S \times y_c$ の断面画像における最良経路である。このような候補経路を、 Z 方向の各位置において選択することにより、結果として曲線アレイが形成され、それによって、カット面 72 が構成される。これにより、カット面 72 を有する三次元関心領域 V_2 が設定される。なお、断面 $S \times y_a$, $S \times y_b$, $S \times y_c$, \dots のそれぞれは、 Z 方向に等間隔に設定されていなくてもよい。例えば、断面 $S \times y_a$, $S \times y_b$, $S \times y_c$, \dots のそれぞれは、 Z 方向の任意の位置に、任意の間隔で設定されてもよい。一例として、胎児の顔付近等の画像化対象組織と非対象組織とが接近している箇所では、各断面を狭い間隔で設け、画像化対象組織と非対象組織との距離が十分にある箇所では、各断面を広い間隔で設けることが想定される。このように設定することにより、効率的かつ正確な処理が可能となる。

10

【0075】

また、関心領域設定部 42 は、図 10 に示す処理と同様に、等間隔で複数の端点 c_1 , c_2 , c_3 , c_4 , \dots を設定し、同様に、候補経路 L_a , L_b , L_c , \dots 上においても、 X 方向に等間隔で複数の通過点を設定してもよい。そして、関心領域設定部 42 は、 X 方向の各位置において、2つの端点と各候補経路上の通過点とを用いてスプライン補間演算を行うことにより、スプライン曲線を生成する。図 11 に示す例では、スプライン曲線 d_{10} は、端点 c_1 , c_2 を結び、候補経路 L_a , L_b , L_c , \dots 上の通過点を通過する曲線である。また、スプライン曲線 d_{11} は、端点 c_3 , c_4 を結び、候補経路 L_a , L_b , L_c , \dots 上の通過点を通過する曲線である。そのようなスプライン曲線を、 X 方向の各位置において生成することにより、結果として曲線アレイが形成され、それによって、カット面 72 が構成される。

20

【0076】

次に、図 12 を参照して、カット面の生成処理の更に別の例について説明する。図 12 には、三次元関心領域 V_3 が示されている。三次元関心領域 V_3 はカット面 74 を有する。カット面 74 は、上記のカット面 70 , 72 とは異なる処理により生成される面である。なお、三次元関心領域 V_3 においてカット面以外の構成は、三次元関心領域 V_1 , V_2 の構成と同じである。

【0077】

図 2 に示されているボックス $S \times y$ は、三次元関心領域 V_3 において、 Z 方向の中央の XY 断面に対応する。従って、図 2 に示されている断面画像 50 は、 Z 方向の中央の XY 断面における画像を表していることになる。なお、ボックス $S \times y$ は、 Z 方向の中央の XY 断面に限定されるものではなく、 Z 方向の任意の位置の断面に対応していてもよい。ここでは、図 5 に示されている候補経路 L_1 が最良経路として選択されているものとする。

30

【0078】

この例では、カットライン生成処理が、 X 方向に等間隔で設定された各位置における断面画像 (XY 断面に直交する YZ 断面の画像) に対して実行される。画像処理部 34 は、図 10 に示す処理と同様に、等間隔で複数の端点 c_1 , c_2 , c_3 , c_4 , \dots を設定し、同様に、候補経路 L_1 上においても、 X 方向に等間隔で複数の通過点 c_{12} , c_{34} , \dots を設定する。そして、1つの端点を一方側の端点とし、候補経路 L_1 上の通過点を他方側の端点として、それらの端点の間でカットライン生成処理を実行する。これにより、それらの端点の間の最良経路が選択される。このカットライン生成処理は、 X 方向の各位置において実行される。図 12 に示す例では、端点 c_1 が一方側の端点として利用され、候補経路 L_1 上の通過点 c_{12} が他方側の端点として利用される。そして、図 4 に示すように、一方側と他方側との間に複数の仮制御点が設定され、選択対象を異ならせながら、選択された仮制御点を通り、端点 c_1 と通過点 c_{12} とを結ぶ複数の候補経路が生成される。そして、各候補経路の評価値が演算され、評価値が最小となる候補経路が最良経路 (Z 方向の最良経路) として選択される。図 12 に示す例では、候補経路 d_{1a} が、端点 c_1 と通過点 c_{12} との間の最良経路として選択されている。同様の処理により、候補経路 d_{1b} が、端点 c_2 と通過点 c_{12} との間の最良経路として選択されている。また、候補経路 d_{2a} が、端点 c_3 と通過点 c_{34} との間の最良経路として選択され、候補経路

40

50

d 2 b が、端点 c 4 と通過点 c 3 4 との間の最良経路として選択されている。このような候補経路を、X 方向の各位置において生成することにより、結果として曲線アレイが形成され、それによって、カット面 7 4 が構成される。

【0079】

以上のようにカット面が生成されて三次元関心領域が設定されると、三次元画像形成部 2 0 は、三次元関心領域内のボリュームデータにレンダリング処理を適用する。これにより、三次元関心領域内の三次元画像が形成される。上記のように、カットラインが羊水像内に設定されるため、そのカットラインに基づいて生成されたカット面を羊水像内に設定することが可能となる。これにより、胎児像と子宮壁像とを適切に分離して胎児の三次元画像を形成することが可能となる。

10

【0080】

(実施例 2)

次に、図 1 3 から図 1 6 を参照して、実施例 2 に係るカットライン生成処理について、具体的に説明する。実施例 2 では、カットラインを規定する複数の制御点を段階的に特定する。

【0081】

図 1 3 には、断面画像、仮制御点群及び候補経路群の一例が示されている。図 1 3 に示されている断面画像 5 0 は、図 2 及び図 3 に示されている断面画像と同じ画像である。まず、画像処理部 3 4 は、第 1 段階の処理を実行する。仮制御点設定部 3 6 は、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との間に、複数の仮制御点（例えば中間点 P 2 0 , P 2 1 , P 2 2 , . . . ）からなる列 8 0 a を設定する。列 8 0 a は、Y 方向に平行な列である。すなわち、Y 方向に沿って一列に並んだ中間点 P 2 0 , P 2 1 , P 2 2 , . . . が、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との間に設定される。中間点は等間隔で配置されていてもよいし、非等間隔で配置されていてもよい。一例として、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との中間の位置に、列 8 0 a が設定される。これは一例であり、一方側 6 0 a と他方側 6 0 b との間の任意の位置に、列 8 0 a が設定されてもよい。なお、図 1 3 には、説明の便宜上、3 つの中間点（P 2 0 , P 2 1 , P 2 2 ）のみが示されているが、列 8 0 a 上に複数の中間点が設定される。

20

【0082】

中間点 P 2 0 , P 2 1 , P 2 2 , . . . が設定されると、候補経路生成部 3 8 は、中間点を通り、一方側 6 0 a の端点 P a と他方側の端点 P b とを結ぶ候補経路を生成する。端点 P a , P b の位置はユーザによって指定されており、図 2 に示すように、ボックス S x y の左右の辺の上端部に相当する。なお、端点 P a , P b の位置は固定されていてもよい。候補経路生成部 3 8 は、中間点を異ならせて複数の候補経路を生成する。図 1 3 に示す例では、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 2 0 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 2 0 を生成する。一例として、候補経路生成部 3 8 は、中間点 P 2 0 と端点 P a , P b とに基づくスプライン補間演算により、スプライン曲線としての候補経路 L 2 0 を生成する。例えば、中間点 P 2 0 を頂点とする候補経路 L 2 0 が生成される。同様に、中間点 P 2 1 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 2 1 が生成され、中間点 P 2 2 を通り、端点 P a と端点 P b とを結ぶ候補経路 L 2 2 が生成される。候補経路 L 2 1 , L 2 2 も、一例としてスプライン曲線である。他の中間点についても同様に、候補経路が生成される。

30

40

【0083】

候補経路 L 2 0 , L 2 1 , L 2 2 , . . . が生成されると、評価部 4 0 は、候補経路 L 2 0 , L 2 1 , L 2 2 , . . . のそれぞれの評価値を演算する。この評価値は、上述した例と同様に、画素値の総和等である。そして、評価部 4 0 は、候補経路 L 2 0 , L 2 1 , L 2 2 , . . . の中から仮最良経路を選択する。例えば、画素値の総和が評価値として利用される場合、評価部 4 0 は、評価値が最小となる候補経路を仮最良経路として選択する。例えば、候補経路 L 2 0 （実線で示されている経路）が仮最良経路として選択される。

【0084】

50

評価部 40 は、候補経路 L 20 を生成する元になった中間点 P 20 を、最終的な最良経路（カットライン）を規定する制御点として利用する。ここで、第 1 段階の処理が終了する。

【0085】

上記のように制御点として利用される中間点 P 20 が特定されると、画像処理部 34 は、第 2 段階の処理を実行する。例えば図 14 に示すように、仮制御点設定部 36 は、中間点 P 20（列 80 a）と一方側 60 a との間に、複数の仮制御点（例えば中間点 P 30, P 31, ...）からなる列 80 b を設定する。また、仮制御点設定部 36 は、中間点 P 20（列 80 a）と他方側 60 b との間に、複数の仮制御点（例えば中間点 P 40, P 41, ...）からなる列 80 c を設定する。列 80 b, 80 c は、Y 方向に平行な列である。すなわち、Y 方向に沿って一列に並んだ中間点 P 30, P 31, ... が、中間点 P 20 と一方側 60 a との間に設定される。また、Y 方向に沿って一列に並んだ中間点 P 40, P 41, ... が、中間点 P 20 と他方側 60 b との間に設定される。中間点は等間隔で配置されていてもよいし、非等間隔で配置されていてもよい。一例として、中間点 P 20 と一方側 60 a との中間の位置に列 80 b が設定されており、中間点 P 20 と他方側 60 b との中間の位置に列 80 c が設定されている。これらは一例であり、中間点 P 20 と一方側 60 a との間の任意の位置に、列 80 b が設定されてもよい。同様に、中間点 P 20 と他方側 60 b との間の任意の位置に、列 80 c が設定されてもよい。なお、図 14 には、説明の便宜上、4 つの中間点（P 30, P 31, P 40, P 41）のみが示されているが、列 80 b, 80 c 上にはそれぞれ複数の中間点が設定される。

10

20

【0086】

列 80 b, 80 c が設定されると、候補経路生成部 38 は、列 80 b に含まれる中間点を通り、一方側 60 a の端点 P a と制御点としての中間点 P 20 とを結ぶ候補経路を生成する。候補経路生成部 38 は、列 80 b に含まれる中間点を異ならせて複数の候補経路を生成する。図 14 に示す例では、候補経路生成部 38 は、中間点 P 30 を通り、端点 P a と中間点 P 20（制御点）とを結ぶ候補経路 L 30 を生成する。一例として、候補経路生成部 38 は、中間点 P 30 と端点 P a と中間点 P 20 とに基づくスプライン補間処理により、スプライン曲線としての候補経路 L 30 を生成する。例えば、中間点 P 30 を頂点とする候補経路 L 30 が生成される。同様に、中間点 P 31 を通り、端点 P a と中間点 P 20 とを結ぶ候補経路 L 31 が生成される。候補経路 L 31 も一例としてスプライン曲線である。列 80 b に含まれる他の中間点についても同様に、候補経路が生成される。

30

【0087】

また、候補経路生成部 38 は、列 80 c に含まれる中間点を通り、他方側 60 b の端点 P b と制御点としての中間点 P 20 とを結ぶ候補経路を生成する。候補経路生成部 38 は、列 80 c に含まれる中間点を異ならせて複数の候補経路を生成する。図 14 に示す例では、候補経路生成部 38 は、中間点 P 40 を通り、端点 P b と中間点 P 20（制御点）とを結ぶ候補経路 L 40 を生成する。一例として、候補経路生成部 38 は、中間点 P 40 と端点 P b と中間点 P 20 とに基づくスプライン補間処理により、スプライン曲線としての候補経路 L 40 を生成する。例えば、中間点 P 40 を頂点とする候補経路 L 40 が生成される。同様に、中間点 P 41 を通り、端点 P b と中間点 P 20 とを結ぶ候補経路 L 41 が生成される。候補経路 L 41 も一例としてスプライン曲線である。列 80 c に含まれる他の中間点についても同様に、候補経路が生成される。

40

【0088】

端点 P a と中間点 P 20 とを結ぶ候補経路（候補経路 L 30, L 31, ...）が生成されると、評価部 40 は、候補経路 L 30, L 31, ... のそれぞれの評価値を演算する。この評価値は、上述した例と同様に、画素値の総和等である。そして、評価部 40 は、候補経路 L 30, L 31, ... の中から、端点 P a と中間点 P 20 とを結ぶ仮最良経路を選択する。例えば、画素値の総和が評価値として利用される場合、評価部 40 は、評価値が最小となる候補経路を仮最良経路として選択する。例えば、候補経路 L 30（実線で示されている経路）が仮最良経路として選択される。

50

【 0 0 8 9 】

評価部 4 0 は、候補経路 L 3 0 を生成する元になった中間点 P 3 0 を、最終的な最良経路（カットライン）を規定する制御点として利用する。

【 0 0 9 0 】

また、端点 P b と中間点 P 2 0 とを結ぶ候補経路（候補経路 L 4 0 , L 4 1 , . . . ）が生成されると、評価部 4 0 は、候補経路 L 4 0 , L 4 1 , . . . のそれぞれの評価値を演算する。この評価値は、上述した例と同様に、画素値の総和等である。そして、評価部 4 0 は、候補経路 L 4 0 , L 4 1 , . . . の中から、端点 P b と中間点 P 2 0 とを結ぶ仮最良経路を選択する。例えば、画素値の総和が評価値として利用される場合、評価部 4 0 は、評価値が最小となる候補経路を仮最良経路として選択する。例えば、候補経路 L 4 0 （実線で示される経路）が仮最良経路として選択される。

10

【 0 0 9 1 】

評価部 4 0 は、候補経路 L 4 0 を生成する元になった中間点 P 4 0 を、最終的な最良経路（カットライン）を規定する制御点として利用する。

【 0 0 9 2 】

ここで、第 2 段階の処理が終了する。ここまでの処理により、制御点として利用される中間点 P 2 0 , P 3 0 , P 4 0 が特定される。

【 0 0 9 3 】

以降についても同様に、制御点として利用される中間点を特定していく。すなわち、仮制御点設定部 3 6 は、互いに隣接する 2 つの制御点の間に、複数の中間点からなる列を設定し、一方側 6 0 a とそれに隣接する制御点との間に、複数の中間点からなる列を設定し、他方側 6 0 b とそれに隣接する制御点との間に、複数の中間点からなる列を設定する。

20

【 0 0 9 4 】

例えば第 3 段階の処理においては、図 1 5 に示すように、仮制御点設定部 3 6 は、互いに隣接する中間点 P 3 0 と一方側 6 0 a との間に、複数の仮制御点からなる列 8 0 d を設定する。また、仮制御点設定部 3 6 は、互いに隣接する中間点 P 3 0 と中間点 P 2 0 との間に、複数の仮制御点からなる列 8 0 e を設定する。また、仮制御点設定部 3 6 は、互いに隣接する中間点 P 2 0 と中間点 P 4 0 との間に、複数の仮制御点からなる列 8 0 f を設定する。また、仮制御点設定部 3 6 は、互いに隣接する中間点 P 4 0 と他方側 6 0 b との間に、複数の仮制御点からなる列 8 0 g を設定する。なお、図 1 5 においては、各列に含まれる仮制御点の図示は省略されている。列 8 0 d , 8 0 e , 8 0 f , 8 0 g は、Y 方向に平行な列である。すなわち、Y 方向に沿って一列に並んだ複数の中間点が、一方側 6 0 a と中間点 P 3 0 との間、中間点 P 3 0 と中間点 P 2 0 との間、中間点 P 2 0 と中間点 P 4 0 との間、及び、中間点 P 4 0 と他方側 6 0 b との間に設定される。

30

【 0 0 9 5 】

列 8 0 d , 8 0 e , 8 0 f , 8 0 g が設定されると、上記と同様に、候補経路生成部 3 8 及び評価部 4 0 の処理により、端点 P a と中間点 P 3 0 とを結ぶ仮最良経路、中間点 P 3 0 と中間点 P 2 0 とを結ぶ仮最良経路、中間点 P 2 0 と中間点 P 4 0 とを結ぶ仮最良経路、及び、中間点 P 4 0 と端点 P b とを結ぶ仮最良経路が選択される。

【 0 0 9 6 】

評価部 4 0 は、各最良経路を生成する元になった中間点を、最終的な最良経路（カットライン）を規定する制御点として利用する。図 1 6 には、その中間点が示されている。中間点 P 5 0 , P 6 0 , P 7 0 , P 8 0 が、第 3 段階の処理により特定された制御点である。中間点 P 5 0 は、端点 P a と中間点 P 3 0 との間の点である。中間点 P 6 0 は、中間点 P 3 0 と中間点 P 2 0 との間の点である。中間点 P 7 0 は、中間点 P 2 0 と中間点 P 4 0 との間の点である。中間点 P 8 0 は、中間点 P 4 0 と端点 P b との間の点である。

40

【 0 0 9 7 】

仮制御点設定部 3 6 、候補経路生成部 3 8 及び評価部 4 0 は、以上の処理を複数回繰り返す。この回数は予め設定されている。また、ユーザが入力部 3 2 を利用することにより、この回数を設定してもよい。上記の例では、制御点として利用される中間点 P 2 0 , P

50

30, P40, P50, P60, P70, P80が特定される。すなわち、第1段階の処理で中間点P20が特定され、第2段階の処理で中間点P30, P40が特定され、第3段階の処理で中間点P50, P60, P70, P80が特定される。このように、制御点として利用される複数の中間点が段階的に特定される。

【0098】

以上のようにして制御点が特定されると、評価部40は、その制御点を利用して、最良経路（カットライン）を生成する。例えば、評価部40は、全制御点を通る曲線状又は直線状の経路を最良経路として生成する。別の例として、評価部40は、複数の制御点に最小二乗法を適用し、これにより形成された経路を最良経路として採用してもよい。または、評価部40は、仮最良経路を繋ぎ合わせ、これにより形成された経路を最良経路として採用してもよい。

10

【0099】

図16には、最良経路としての経路L50が示されている。この経路L50は、第3段階までの処理によって特定された複数の制御点に基づいて生成された経路である。一例として、経路L50は、中間点P20, P30, P40, P50, P60, P70, P80の全部を通過する曲線である。この曲線はスプライン曲線であってもよいし、ベジェ曲線であってもよい。または、最小二乗法を適用して形成された曲線が最良経路として採用してもよい。または、中間点P20, P30, P40, P50, P60, P70, P80の全部を通過する直線状の経路が、最良経路として採用されてもよい

20

【0100】

以上のようにして最良経路が生成されると、関心領域設定部42は、その最良経路（カットライン）に基づいてカット面を生成し、そのカット面を含む三次元関心領域をボリュームデータに対して設定する。そして、三次元関心領域内のボリュームデータにレンダリング処理が適用され、これにより、三次元関心領域内の三次元画像が形成される。

【0101】

実施例2では、一方側60aと他方側60bとの間で部分的に仮最良経路が選択され、段階的に複数の制御点が特定される。部分的に仮最良経路を選択することにより、より複雑な形状に沿った複数の仮最良経路を選択することが可能となる。これらの仮最良経路を生成する元になった中間点を制御点として利用することにより、複雑な形状のカットラインを形成することが可能となる。その結果、複雑な形状のカット面を形成することが可能となる。これにより、より適切な位置にカットライン及びカット面を設定し、胎児像と子宮壁像とをより適切に分離することが可能となる。

30

【0102】

なお、実施例2に対して、実施例1の変形例1を適用し、端点Pa, Pbを異ならせて候補経路を生成してもよい。

【0103】

次に、図17を参照して、実施例2の変形例について説明する。上記の例では、制御点特定処理の回数は、予め設定されている、又は、ユーザによって設定されている。変形例では、その回数は自動的に設定される。

40

【0104】

図17には、第2段階及び第3段階の処理結果が示されている。つまり、第2段階の処理結果として、中間点P20, P30, P40が特定され、候補経路L30, L40が仮最良経路として選択されている。また、第3段階の処理結果として、中間点P50, P60, P70, P80が特定されている。

【0105】

評価部40は、第2段階で得られた候補経路と、第3段階で設定された複数の仮制御点からなる列と、の交点を求める。そして、評価部40は、その交点と第3段階で得られた中間点との位置の差を求める。位置の差が閾値以上であれば、その候補経路の区間を対象にして、制御点特定処理が継続され、その候補経路の区間について次の第4段階の処理が実行される。位置の差が閾値未満であれば、その候補経路の区間に対する制御点特定処理

50

を終了する。この場合、その候補経路の区間で制御点特定処理を繰り返しても、経路の位置は大きく変更することはないと想定される。それ故、制御点特定処理を終了する。

【0106】

具体例を挙げて説明する。例えば、候補経路 L 3 0 と列 8 0 d との交点が求められ、その交点と列 8 0 d 上の中間点 P 5 0 との位置の差が求められる。その差が閾値以上であれば、端点 P a と中間点 P 3 0 との間で制御点特定処理が継続される。その差が閾値未満であれば、端点 P a と中間点 P 3 0 との間で制御点特定処理を繰り返しても、候補経路 L 3 0 の位置は大きく変更しないと想定されるので、制御点特定処理を終了する。

【0107】

図 1 7 に示す例では、中間点 P 5 0 , P 6 0 , P 8 0 については、それぞれ、位置の差が閾値未満である。従って、端点 P a と中間点 P 3 0 との間、中間点 P 3 0 と中間点 P 2 0 との間、及び、中間点 P 4 0 と端点 P b との間では、中間点 P 5 0 , P 6 0 , P 8 0 の設定処理まで実行され、制御点特定処理は終了する。

【0108】

一方、中間点 P 7 0 については、位置の差が閾値以上である。従って、中間点 P 2 0 と中間点 P 4 0 との間では、中間点 P 7 0 の設定後も、位置の差が閾値未満になるまで、区間の分割及び制御点の特定処理が繰り返し実行される。

【0109】

以上の処理によると、単純な構造の部分では、制御点特定処理の繰り返し回数が少なくなり、複雑な構造の部分では、その繰り返し回数が多くなる。従って、複雑な構造の部分では、より細かく制御点が設定されることになり、より正確なカットラインを設定することが可能となる。

【0110】

上記の本実施形態では、胎児の全体像が注目組織像に該当しているが、胎児の一部の像が注目組織像に該当する場合もある。例えば、胎児の顔を画像化したい場合には、胎児の顔が注目組織（画像化の対象組織）に該当し、胎児の顔以外の組織（手や足）は、画像化の非対象組織に該当する。この場合、胎児の手や足の像は、胎児の顔の像からの分離対象の像に該当する。カットラインは、顔の像と、それ以外の組織の像（手や足の像）とを分離するために利用される。

【0111】

図 1 に示されているプローブ 1 0 以外の構成は、例えばプロセッサや電子回路等のハードウェア資源を利用して実現することができ、その実現において必要に応じてメモリ等のデバイスが利用されてもよい。また、プローブ 1 0 以外の構成は、例えばコンピュータによって実現されてもよい。つまり、コンピュータが備える CPU やメモリやハードディスク等のハードウェア資源と、CPU 等の動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により、プローブ 1 0 以外の構成の全部又は一部が実現されてもよい。当該プログラムは、CD や DVD 等の記録媒体を経由して、又は、ネットワーク等の通信経路を経由して、図示しない記憶装置に記憶される。別の例として、プローブ 1 0 以外の構成は、DSP (Digital Signal Processor) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等によって実現されてもよい。

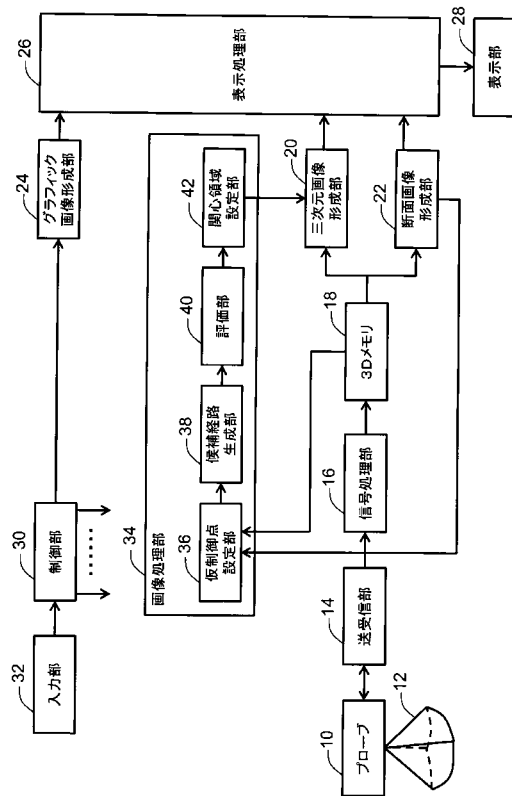
【符号の説明】

【0112】

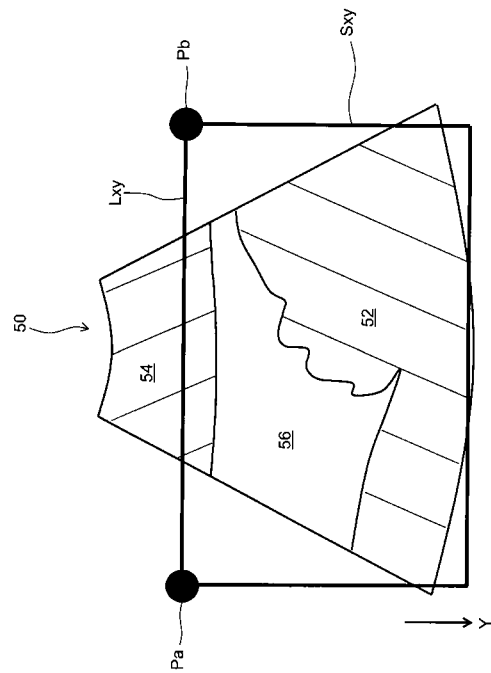
1 0 プローブ、1 2 三次元空間、1 4 送受信部、1 6 信号処理部、1 8 3 D メモリ、2 0 三次元画像形成部、2 2 断面画像形成部、2 4 グラフィック画像形成部、2 6 表示処理部、2 8 表示部、3 0 制御部、3 2 入力部、3 4 画像処理部、3 6 仮制御点設定部、3 8 候補経路生成部、4 0 評価部、4 2 関心領域設定部。

。

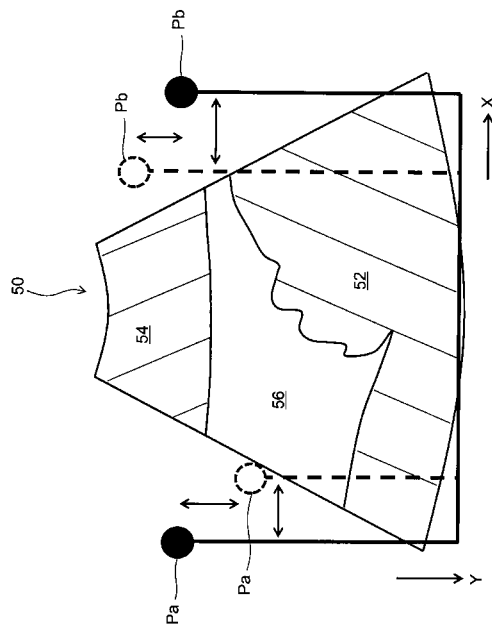
【図 1】



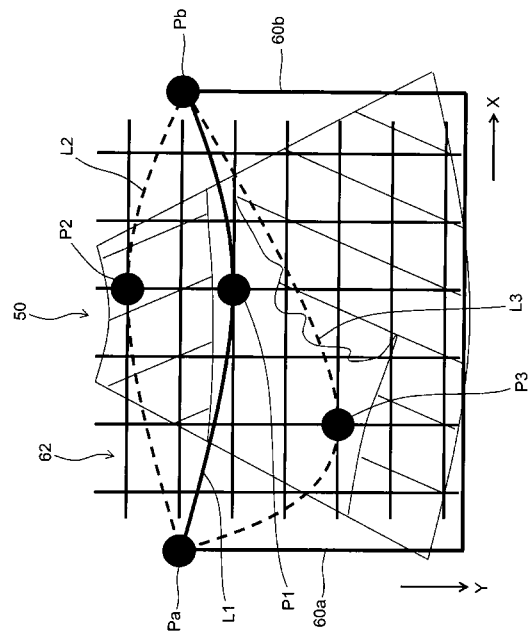
【図 2】



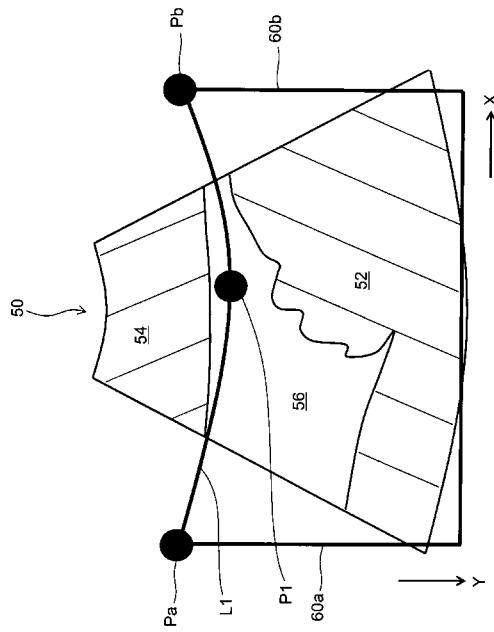
【図 3】



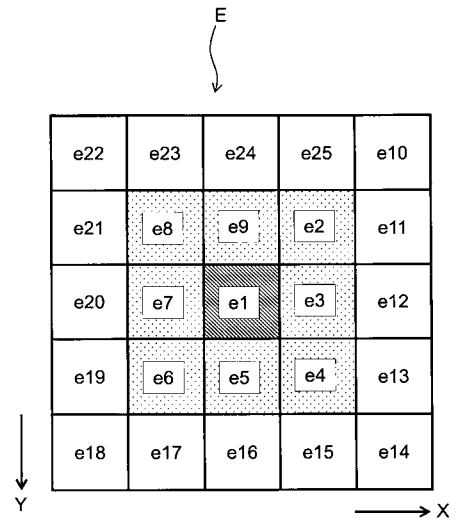
【図 4】



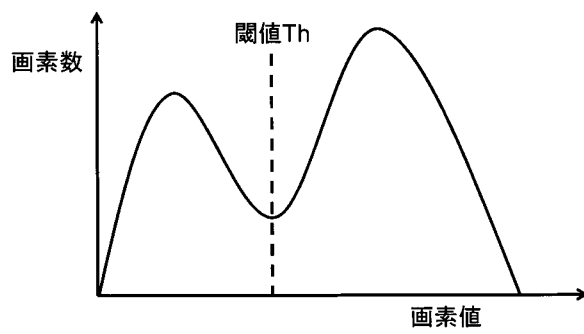
【図 5】



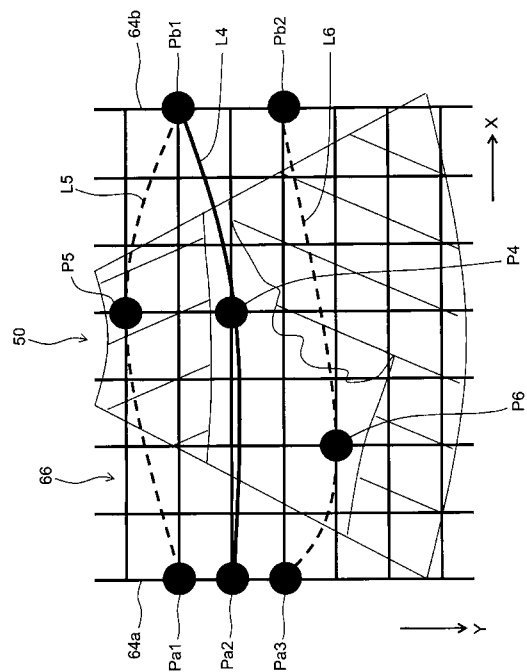
【図 6】



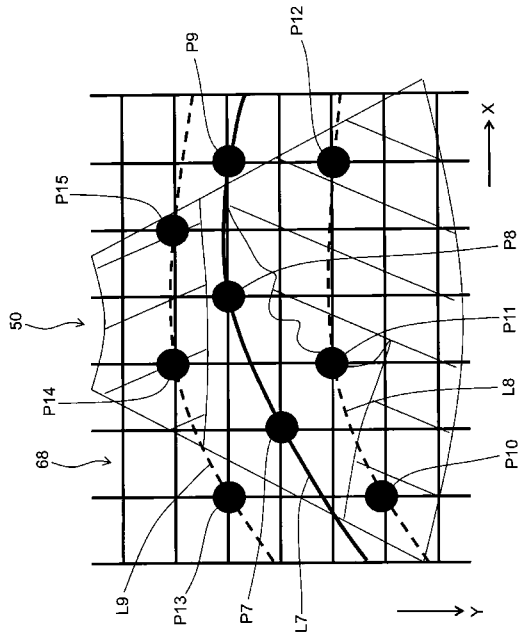
【図 7】



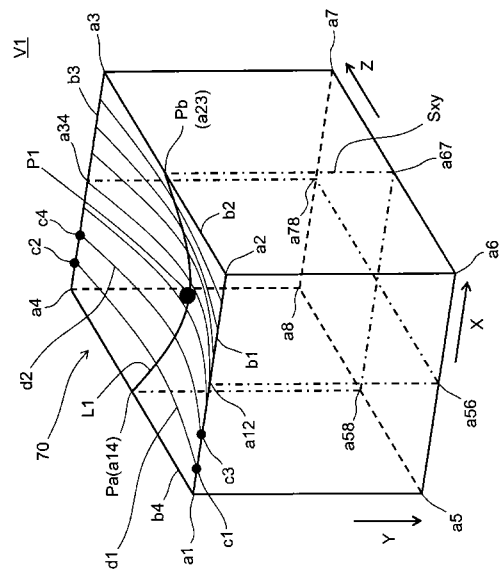
【図 8】



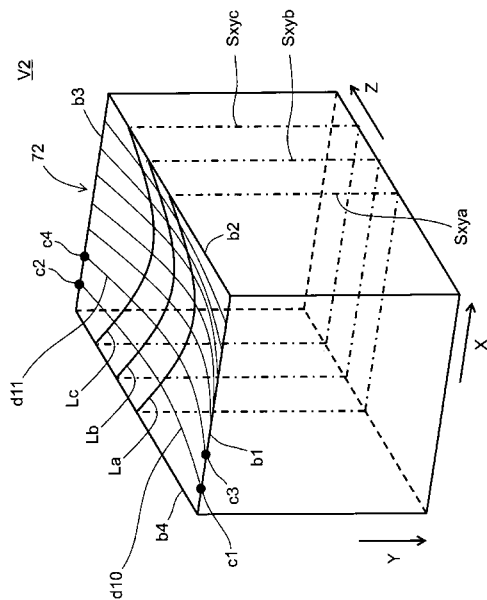
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 图 1 2 】

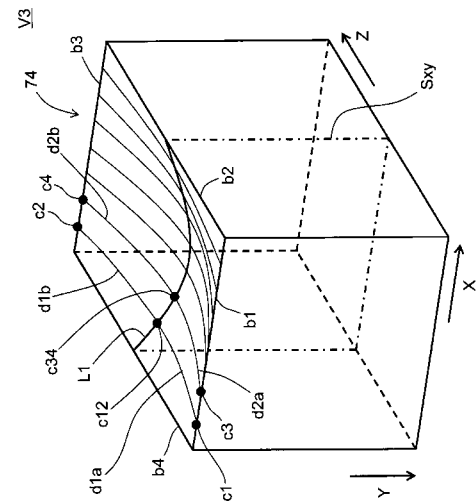


FIG. 1 is a schematic diagram of a grid structure 50. The grid is defined by a series of horizontal lines 80d, 80e, 80f, 80g and vertical lines 60a, 60b. A path 56 is defined by a series of points Pa, P30, P50, 56, P70, P80, and Pb. A region 52 is outlined within the grid. A coordinate system with X and Y axes is shown.

を含み、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値の総和又は分散値であり、
前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値であり、
前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 2】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理する超音波画像処理装置において、
前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記選択された仮制御点を通り、選択対象を異ならせながら前記一方側に設定された一方の仮端点列の中から選択された一方の仮端点と、
選択対象を異ならせながら前記他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

を含み、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値の総和又は分散値であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値であり、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 3】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理する超音波画像処理装置において、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記選択された仮制御点を通り、前記一方側において予め設定された一方端点と前記他方側において予め設定された他方端点とを結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

を含み、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値において予め設定された閾値以下の画素値を有する画素の数の割合であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最大値であり、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 4】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理する超音波画像処理装置において、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記選択された仮制御点を通り、選択対象を異ならせながら前記一方側に設定された一方の仮端点列の中から選択された一方の仮端点と、選択対象を異ならせながら前記他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

を含み、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値において予め設定された閾値以下の画素値を有する画素の数の割合であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最大値であり、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 に記載の超音波画像処理装置において、

前記注目組織は胎児であり、

前記カットラインは胎児データと子宮壁データとを空間的に分離するためのラインである、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の超音波画像処理装置において、

前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像上において、少なくとも、前記一方側と前記他方側とを結ぶ方向に直交する方向に広がった複数の点を、前記仮制御点群として設定する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の超音波画像処理装置において、

前記仮制御点設定手段は、前記超音波画像に設定された格子上の複数の点を前記仮制御点群として設定する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 8】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理するコンピュータを、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも 1 つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記選択された仮制御点を通り、前記一方側において予め設定された一方端点と前記他方側において予め設定された他方端点とを

結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

として機能させ、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素列を構成する複数の画素値の総和又は分散値であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値であり、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 9】

注目組織を含む送受波領域に対して超音波を送受波することにより生成された超音波画像を処理するコンピュータを、

前記超音波画像における一方側と他方側との間に空間的な広がりをもって仮制御点群を設定する仮制御点設定手段と、

選択対象を異ならせながら、前記仮制御点群の中から選択された少なくとも1つの仮制御点に基づいて候補経路を生成することにより、前記選択された仮制御点を通り、選択対象を異ならせながら前記一方側に設定された一方の仮端点列の中から選択された一方の仮端点と、選択対象を異ならせながら前記他方側に設定された他方の仮端点列の中から選択された他方の仮端点と、を結ぶ候補経路群を生成する候補経路生成手段と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を選択する最良経路選択手段と、

として機能させ、

前記最良経路選択手段は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する手段と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する手段と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素列を構成する複数の画素値の総和又は分散値であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値であり、

前記最良経路に基づいて、注目組織像を抽出するためのカットライン又は前記カットラインを規定する制御点が定められる、

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 10】

生体内の三次元送受波領域から取得されたボリュームデータ中の少なくとも1つのフレームデータに対して候補経路群を設定する工程と、

前記各候補経路を当該候補経路上の画素値列に基づいて評価することにより、前記候補経路群の中から最良経路を特定する工程と、

前記最良経路に基づいて前記ボリュームデータ内に三次元関心領域を設定する工程と、

前記三次元関心領域内の部分ボリュームデータに基づいて三次元超音波画像を形成する工程と、

を含み、

前記最良経路を特定する工程は、

前記候補経路ごとに前記画素値列に基づいて評価値を演算する工程と、

前記候補経路群を構成する複数の候補経路について演算された複数の評価値の中から最良評価値を特定することにより前記最良経路を選択する工程と、

を含み、

前記各評価値は、前記各画素値列を構成する複数の画素値の総和又は分散値であり、

前記最良評価値は、前記複数の評価値の中の最小値である、

ことを特徴とする超音波画像処理方法。

フロントページの続き

(72)発明者 井上 信康

東京都三鷹市牟礼 6 丁目 2 番 1 号 日立アロカメディカル株式会社内

(72)発明者 小林 正樹

東京都三鷹市牟礼 6 丁目 2 番 1 号 日立アロカメディカル株式会社内

(72)発明者 村下 賢

東京都三鷹市牟礼 6 丁目 2 番 1 号 日立アロカメディカル株式会社内

F ターム(参考) 4C601 BB03 BB06 BB16 DD09 EE11 GB04 GB06 JC27 JC29 JC33
JC37 KK12 KK22 KK25 KK31 LL38

专利名称(译)	超声波图像处理装置，程序和超声波图像处理方法		
公开(公告)号	JP2016073541A	公开(公告)日	2016-05-12
申请号	JP2014207321	申请日	2014-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	田中由紀 前田俊徳 永瀬優子 井上信康 小林正樹 村下賢		
发明人	田中 由紀 前田 俊徳 永瀬 優子 井上 信康 小林 正樹 村下 賢		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/BB16 4C601/DD09 4C601/EE11 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/JC27 4C601/JC29 4C601/JC33 4C601/JC37 4C601/KK12 4C601/KK22 4C601/KK25 4C601/KK31 4C601/LL38		
其他公开文献	JP5989735B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2014-207321 (P2014-207321) 平成26年10月8日 (2014. 10. 8)	(71) 出願人 390029791 日立アロカメディカル株式会社 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 (74) 代理人 110001210 特許業務法人YKK 国際特許事務所 (72) 発明者 田中 由紀 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立 アロカメディカル株式会社内 (72) 発明者 前田 俊徳 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立 アロカメディカル株式会社内 (72) 発明者 永瀬 優子 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立 アロカメディカル株式会社内
<p>解决的问题：在超声图像上适当设置切割线。 解决方案：为横截面图像50设置一个临时控制点组（中间点P1，P2等）。然后，穿过从临时控制点组中选择的临时控制点（例如，中间点P1），连接一侧60a的端点Pa和另一侧60b的端点Pb的候选路径（例如，候选路径L1）。已生成。通过依次改变要选择的临时控制点来生成候选路线组（候选路线L1，L2等）。对于每个候选路线，基于候选路线上的像素值序列来计算评估值（例如，像素值的总和）。根据评估值从候选路线组中选择最佳路线。最佳路径用作提取感兴趣的组织图像的切割线。或者，将生成最佳路线时选择的临时控制点用作定义切割线的控制点。[选择图]图5</p>	最終頁に続く		