

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2003 - 260059

(P2003 - 260059A)

(43)公開日 平成15年9月16日(2003.9.16)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド* (参考)
A 6 1 B 10/00		A 6 1 B 10/00	K 4 C 0 9 3
5/00		5/00	G 5 B 0 5 7
6/00		G 0 6 T 1/00	290 B
G 0 6 T 1/00	290	5/20	C
5/20		A 6 1 B 6/00	350 C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 18数)

(21)出願番号 特願2003 - 18073(P2003 - 18073)
 (62)分割の表示 特願平5 - 221359の分割
 (22)出願日 平成5年9月6日(1993.9.6)

(71)出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (72)発明者 中山 博士
 栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
 東芝那須工場内
 (74)代理人 100078765
 弁理士 波多野 久 (外1名)

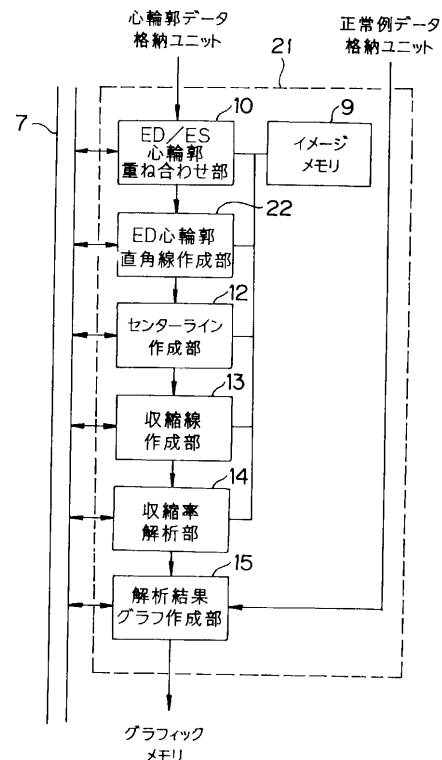
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 心機能解析用画像診断装置及び心機能解析方法

(57)【要約】

【課題】心輪郭データにスムージングをかける際、スムージングに供するフィルタのサイズを常に的確に決定でき、このフィルタを用いて適切なスムージングをかける。

【解決手段】心機能解析用画像診断装置は、被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を用いて、センターライン法に拠る心機能の解析を行うセンターライン法解析ユニット21を備える。この解析ユニット21は、ED心輪郭直角線作成部22を有する。この作成部22は、拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ収縮末期心輪郭まで直角線を引く手段を有し、この手段は、心輪郭の長軸の長さを求め、これにより求められた長軸の長さに比例したフィルタサイズのスムージングを前記心輪郭のデータに施すように構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を同一画面上で重ね合わせる手段と、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引く手段と、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求める手段と、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引く手段と、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求める手段とを有するセンターライン法に拠る心機能解析用画像診断装置において、前記心輪郭の長軸の長さを求めて、この求められた長軸の長さ に比例したフィルタサイズのスムージングを前記心輪郭のデータに施す手段を設けたことを特徴とする心機能解析用画像診断装置。

【請求項2】 前記拡張末期心輪郭に対応するフラグデータ又は前記拡張末期心輪郭及びその輪郭内部を埋め尽くしたフラグデータを作成し、前記フラグデータの境界をサーチし且つ当該フラグデータの枝部を除去しながら前記心輪郭の方向データ列を作成し、前記方向データ列を用いて前記拡張末期心輪郭の等分点及び当該等分点における直角方向を求める演算手段を更に設けたことを特徴とする請求項1に記載の心機能解析用画像診断装置。

【請求項3】 前記演算手段は、前記方向データ列を、前記方向データ列の作成開始位置における最初のサーチ方向を大動脈弁断面の方向から所定角度ずらした方向に決めるように構成したことを特徴とする請求項2記載の心機能解析用画像診断装置。

【請求項4】 前記演算手段は、前記方向データ列を、前記方向データ列の作成開始位置における最初のサーチ方向を当該作成開始位置の回りの8点のフラグデータ分布を調べることにより決めるように構成したことを特徴とする請求項2記載の心機能解析用画像診断装置。

【請求項5】 被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を同一画面上で重ね合わせる手段と、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引く手段と、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求める手段と、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引く手段と、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求める手段とを有するセンターライン法に拠る心機能解析用画像診断装置において、前記センターラインの両端点を結ぶ線分と心輪郭長軸との交点及び前記センターラインと前記心輪郭長軸との交点間の線分の長さを求め、この求められた線分の長さ に比例したフィルタサイズのスムージングを前記センターラインのデータに施す手段を設けたことを特徴とする心

*機能解析用画像診断装置。

【請求項6】 前記センターラインに対応するフラグデータを作成し、前記フラグデータをサーチし且つ当該フラグデータの枝部を除去しながら前記センターラインの方向データ列を作成し、前記方向データ列を用いて前記センターラインの等分点及び当該等分点における直角方向を求める手段を更に設けたことを特徴とする請求項5に記載の心機能解析用画像診断装置。

【請求項7】 被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を重ね合わせ、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引き、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求め、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引き、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求めるセンターライン法に拠る心機能解析方法において、前記直角線を引く際に、前記心輪郭の長軸の長さを求め、この求められた長軸の長さ に比例したフィルタサイズのスムージングを前記心輪郭のデータに施すことを特徴とする心機能解析方法。

【請求項8】 被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を重ね合わせ、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引き、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求め、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引き、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求めるセンターライン法に拠る心機能解析方法において、前記収縮線を引く際に、前記センターラインの両端点を結ぶ線分と心輪郭長軸との交点及び前記センターラインと前記心輪郭長軸との交点間の線分の長さを求め、この求められた線分の長さ に比例したフィルタサイズのスムージングを前記センターラインのデータに施すことを特徴とする心機能解析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、心輪郭像の解析を行う心機能解析用画像診断装置及び心機能解析方法に係り、とくに心室壁の局所的運動状態を定量的に解析可能な手法の一つであるセンターライン法を採用した心機能解析用画像診断装置及び心機能解析方法に関する。

【0002】

【従来技術】従来、心室壁の局所的運動状況を調べて心機能を診断するには、各種の機能状態で撮影された心臓画像を比較観察するという定性的手法により行われていた。しかし、この比較観察の手法には主観的要素が多

く介在するので、この主観的要素を排除する目的で各種の定量的解析法が提案されている。この定量的解析法の一つとして、特許文献1に示されているように、センターライン法がある。このセンターライン法は、臨床的に有効な結果が得られるとの評価を受けており、多用されている。

【0003】ここで、センターライン法に拠る具体的な解析プロセスを下記のステップ(1)~(6)に基づいて詳述する。

【0004】(1)：心臓の画像から拡張末期(以下、ED：End-diastoleという)及び収縮末期(以下、ES：End-systoleという)の心輪郭像を得て、両像を同一平面上で重ね合わせる(図1参照：同図において符号EDはED心輪郭を、符号ESはES心輪郭を夫々示す。以下の図でも同様とする)。この重ね合わせは、例えば連続的に重ね撮りされた心臓画像からED及びESの心輪郭を得たり、或いは個別に撮影されたED像とES像からED及びESの心輪郭を得た後、両像の大動脈弁部の中点と心尖部の頂点とを結ぶ長軸LAを一致させた状態で両輪郭を同一平面上におく方法等により行われ

る。
【0005】(2)：ED心輪郭の大動脈弁部を除いた輪郭を例えば100等分する等分点EQ...EQを決定し、ED心輪郭に直交する直線PE(以下、これを「直角線」という)を、各等分点EQからES心輪郭まで引いていく(図2参照)。

【0006】このステップで、ED心輪郭に直角な方向を決める方法も数通りある。例えば、各等分点EQとその両隣の等分点を通る円の当該等分点における接線に直角な方向を上記方向に決める方法や、各等分点EQから隣接する例えば20等分点への方向を平均した方向を上記方向に決める方法がある。

【0007】直角線PEは、ED心輪郭の大動脈弁部の一端から多端へ例えば時計回り方向にED像を一周しながら、順次引かれる。

【0008】このセンターライン法では、直角線PE...PEの夫々を心臓各部が収縮する軌跡と見做すため、直角線PEは必ずES心輪郭に終着しなければならず、また直角線PE同士が交差することはその物理的意味合い、許されない。さらに心室壁が大動脈弁に収縮することも有り得ない。これらの条件や禁止事項を守るため、次の処理(2a)~(2c)を施す。

【0009】(2a)：ある等分点EQでの直角線PEがES心輪郭の大動脈弁に達する場合(図3の点線参照)、その直角線PEを引かずに次の等分点の処理に進む。

【0010】(2b)：n+1番目の等分点EQ_{n+1}で引かれた直角線PE_{n+1}がES心輪郭に達しない場合(図4の点線参照)及びn+1番目の等分点EQ_{n+1}で引かれた直角線PE_{n+1}が1つ前の等分点E

Q_nで引かれた直角線PE_nに交差する場合(図5参照)、共に、当該等分点EQ_{n+1}の1つ前の等分点EQ_nで引かれた直角線PE_nとES心輪郭の交点fまで線PE_{n+1}*を引いて直角線PE_{n+1}の代用とする。

【0011】(2c)：直角線PE_nがED心輪郭の長軸LAと交差する場合(図6の点線参照)、この長軸LAとES心輪郭との交点gへ向けて線PE_n*を引いて直角線PE_nの代用をさせる(既出の特許文献1(特公平5-1015号公報)参照)。

【0012】(3)：ステップ(2)で引かれた直角線PE...PEの夫々の中点MD...MDを決定し、それら中点MD...MDを結ぶセンターラインCLを引く(図7参照)。

【0013】(4)：センターラインCLの大動脈弁部を除いた部分を100等分する等分点EP...EPを決定し、センターラインCLの各等分点EPの位置でセンターラインCLに直交する直線CT(以下、これを「収縮線」という)を、ED心輪郭からES心輪郭まで引いていく(図8参照)。

【0014】このステップ(4)は、前記ステップ(2)と同様に行われる。即ち、ステップ(2)と同様の方法により、センターラインCL上の直角方向を決め、センターラインCLの一端から他端へセンターラインCLを一周しながら収縮線CTを引いていく。このとき、(2a)~(2c)と同様の処理も施される。しかし、センターラインCL上の等分点EP_{n+1}からED心輪郭に向かって収縮線CT_{n+1}を引くときは、その収縮線CT_{n+1}が1つ前の等分点nから引かれた収縮線CT_nと交差するかどうかのチェックは行わない。その理由は、通常、収縮線の間隔は、センターラインCLからED心輪郭へ向かって広がるからである。

【0015】(5)：ステップ(4)で引かれた収縮線CT...CTの各々に時計回り方向の番号(「CHORD NO.」という)を順番を付与するとともに(図9参照)、各収縮線CTの線長を測定する。さらに、測定した各線長をED心輪郭の収縮線が引かれた部分の長さL_{out}で正規化する。このときED心輪郭がES心輪郭の外側である部分に対応する場合は正、それ以外の場合は負の符号を与える。このようにして正規化したものが収縮率である(図10参照)。

【0016】(6)：ステップ(5)で与えられた番号(「CHORD NO.」という)及び測定された収縮率をそれぞれ横軸、縦軸として、心室壁の局所的運動状況を示すグラフAを作成する(図11参照)。また最近では、このグラフAに正常な心臓の収縮(正常例)に対する平均値B、この正常例の平均値に対する標準偏差C1、C2を重ねて表示し、これらの曲線に基づいて収縮の良い部分又は悪い部分を判断するようになっている。

さらに、図11の例では、解析すべき心機能グラフAが

前記平均値B及び標準偏差C1、C2よりも下方に位置する部分、すなわちCHORD NO. 15～55の部分は運動が小さく、これに対し前記平均値B及び標準偏差C1、C2よりも上方に位置する部分、すなわちCHORD NO. 65～85の部分は運動が大きく、これらの部分は異常部位と診断される。

【0017】また、図12は前記心機能グラフAと正常例平均Bとの差分を標準偏差で正規化した値SDのグラフを示す図である。即ち、i本目の上記値を、SD_iとすると、

【数1】

$$SD_i = \frac{(L_i - M_i)}{NSD_i}$$

となる。ここで、L_iはi本目の収縮線CTの収縮率、M_iは正常例平均Bにおけるi本目の収縮線CTの収縮率、NSD_iは正常例平均Bにおけるi本目の収縮線CTの標準偏差を示す。図12の曲線において絶対値の大きい部分は、図11における異常部位に対応している。

【0018】これらの解析結果から診断に有用なデータを得ることができる。特に診断に必要な情報としては、正常な心臓の収縮に比べて収縮が小さい部分(即ち、図12でいうならばグラフが負方向に大きく偏っている部分)が存在するかどうかということである。その部分は梗塞の可能性があり、冠状動脈の疾患の可能性を示すからである。特に冠状動脈の疾患の有無を判断する基準として、図12における値が-2以下の領域の有無を挙げることができる。そこで、例えば、図12における値が-1以下の収縮線の本数とその平均値、-2以下の収縮線の本数とその平均値、-3以下の収縮線の本数とその平均値を診断材料として提供することができる。

【0019】以上のように、センターライン法により得られる解析結果は、心臓各部の運動状況を比較観察したり、正常例のグラフと比較したりすることにより、心機能診断に有用な情報を提供することができる。

【0020】次に、上述したセンターライン法を単独で実施する画像診断装置の構成例を説明する。

【0021】かかる画像診断装置の全体のシステムブロック図を図13に示す。この画像診断装置は同図に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット3、及びグラフィックメモリ4を有する。これらが制御バス7を経由してメインのCPU(中央演算装置)8に接続され、CPU8により制御されるようになっている。

【0022】心輪郭データ格納ユニット1からED心輪郭データ及びES心輪郭データが供給される。また、正常例データ格納ユニット2から正常な心臓の収縮(正常例)に関するデータ、即ち、正常例における各収縮線CTの平均収縮率L_i(i=1～100)、及び各収縮線CTの標準偏差NSD_i(i=1～100)が供給され

る。心輪郭データ及び正常例データは、CPU8の制御の元、センターライン法解析ユニット3に送られ、センターライン法に基づいた解析が行われる。この解析結果はグラフィックメモリ4に描画された後、D/A変換器5にてD/A変換され、モニタ6で表示される。

【0023】センターライン法解析ユニット3のシステムブロック図を図14に示す。この解析ユニット3には同図に示すように、イメージメモリ9のほか、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10、ED心輪郭直角線作成部11、センターライン作成部12、収縮線作成部13、収縮率解析部14、及び解析結果グラフ作成部15を有する。これらの各部10～15は、例えばCPUによるソフトウェア処理で構成されるもので、上述したステップ(1)～(6)の処理がイメージメモリ9を用いて順に処理される。即ち、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10ではステップ(1)の処理が、ED心輪郭直角線作成部11ではステップ(2)の処理が、センターライン作成部12ではステップ(3)の処理が、収縮線作成部13ではステップ(4)の処理が、収縮率解析部14ではステップ(5)の処理が、そして解析結果グラフ作成部15ではステップ(6)の処理が実施される。

【0024】ここでさらに、上記各ユニット及び各部の構成、動作を詳述する。

【0025】まず、心輪郭データ格納ユニット1は、ED及びES心輪郭データをCPU8の指令に基づいて入力可能である。この心輪郭データは、デジタル画像として得られた心臓画像から心輪郭自動抽出処理またはマニュアルトレースによりROIデータとして得られる。ROIデータのフォーマットは例えば、図15に示すように画像上で心輪郭上の点座標(X, Y)の連続したものに、図16に示すように心臓の大動脈弁両端の位置座標及び長軸両端の位置座標がつけ加えられた形になっている。このROIデータは、元の画像の画像サイズにより画面上での位置関係が異なってくる。例えば1024²画像、512²画像上で同じ大きさ・形のROIであっても、1024²画像での座標データは512²画像での座標データの2倍となる。そこで、必ず同一画像サイズにてED及びESの心輪郭を得るようにする。

【0026】心輪郭重ね合わせ部10は、ステップ(1)に基づく処理を行う。具体的には、ED/ES両心輪郭像の大動脈弁部の中点と心尖部の頂点とを結ぶ長軸LAを一致させるようにES心輪郭データをアフィン変換する処理を行う。

【0027】また、ED心輪郭直角線作成部11は、ステップ(2)の処理を例えば以下の要領で行う。

【0028】まず、ED/ES両心輪郭データに対してスムージング処理を行い、そのデータを基にイメージメモリ9に両心輪郭を書き込む。このときのスムージング手法としては、例えば上記ROIデータ内の注目点とその前後の点、合計3点のX, Y座標毎の単純平滑化が有

用である。また、例えば特許文献2に示すようなハードウェア構成及び処理手法によりスムージングを行うこともできる。

【0029】次いで、ED心輪郭のフラグをサーチしながらED心輪郭を方向データ列として認識し、方向データ列から輪郭の長さを求め、その長さを等分することで、前述した等分点EQ...EQを決定し、さらに等分点EQ...EQにおける輪郭の垂直方向を求める。これを図17～図20を使って例示する。

【0030】例えば、注目点を中心とする8方向を図17に示す数値データとして定義すると、図18のような輪郭に対して、方向データ列は、(1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 2, 2)となる。更に各方向に輪郭が接続する場合の輪郭の単位長さを図19のように定義し(x, y方向のピクセル比は1: とする)、図18に示す輪郭の長さをLとすると、

【数2】

$$L = 1 \times 4 + x^2 + (1 + a^2)^{1/2} \times 4$$

となる。この輪郭を2等分するとするならば、L/2の長さに当たる位置が等分点となる。ここで、 = 1とすると、

【数3】 $L/2 = 3 + 2 \times 2^{1/2}$

となり、始点から数えて6番目の輪郭点Aが等分点EQに対応する。

【0031】垂直方向の求め方としては、上記等分点EQ=Aから例えば2輪郭点ずれた2点の位置を求め、その2点を結ぶベクトルの垂直ベクトルを求めることで求められる。つまり、上記等分点Aにおける垂直方向の単位ベクトルは、

【数4】 (-3/5, 4/5)

となる。これにより、イメージメモリ9上にて、ED心輪郭の等分点から上記手法で求められる垂直ベクトルの方向にES心輪郭のフラグが見つかるまでサーチを行うことになる。その際、前述したステップ(2a)～(2c)の処理が行われる。

【0032】このようにして、心輪郭を示す方向データ列から輪郭長さ、等分点、直角方向を求めることができるが、この場合、心輪郭が滑らかな形状である必要がある。すなわち、図20に示すような鋭い突起等(以下、これを「枝」という)が存在してはならない。このため、上述したように予め心輪郭データにスムージングを施すことにより、図20のような枝を無くするようにしている。

【0033】一方、センターライン作成部12はステップ(3)の処理を行う。つまり、ED心輪郭直角線作成部11にて求められた各直角線PEの中点を求める。センターラインCLは、中点の座標(X, Y)の連続したROIデータとして得られる(図21参照)。このROIデータを用いてイメージメモリ9上にセンターラインCLを描画する。

【0034】また収縮線作成部13はステップ(4)の処理を行い、ED心輪郭直角線作成部10での処理と同様な方法で作成する。

【0035】収縮率解析部14はステップ(5)に基づき、収縮率を求める。

【0036】解析結果グラフ作成部15はステップ(6)に基づき、収縮率解析部14で求められた収縮率及び正常例データ格納ユニット2から供給された正常例データから解析結果グラフ情報を作成し、グラフィックメモリ4にそのグラフ情報を描画する。

【0037】

【特許文献1】特公平5-1015号公報

【0038】

【特許文献2】特公昭63-163680号公報

【0039】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術にあつては、以下に示すような種々の解決すべき問題があつた。

【0040】[1]:本解析に用いるED及びESの心輪郭像は、通常1カットの動画像から選択された2枚の画像、或いは1回の検査の中で得られた2枚の静止画像より作成される。このED像及びES像の心輪郭像は、同一患者の同一検査で得られた画像でなければならない。また、画像拡大・回転等の画像処理が行われた画像から作成される可能性もあるが、その場合でも同一の画像処理が行われた画像でなければならない。ところが、心輪郭像そのものから上記の判別をすることは不可能であり、現状の装置では上記条件を満たす、満たさないに関わらず解析が行えるようにしていることが多い。このため、例えば心輪郭データ格納ユニットからデータを読み出す際、操作ミスなどがあつて、ED及びESの心輪郭像が別患者同士のものであつても、これを認知できずに解析される。したがつて、解析結果の信頼性に疑義を持たれることもあつた。

【0041】[2]:現在のX線診断装置では、ED及びESの心輪郭を得るための画像として1カットの動画像から選んだ2枚の画像の内、いずれかを予め静止画像として選択保存しておき、その静止画像と動画像の中から直接選択した画像を用いて心輪郭を得ることが可能である。ところが、静止画像として保存する際、画像サイズが変換されてしまう場合があり、ED、ES心輪郭作成に用いようとする画像サイズが異なる場合が生じる。したがつて、図15及び図16で示すようなデータフォーマットの心輪郭データの座標対応がずれてしまうので、解析ができず、同じ画像サイズの心輪郭データを選び直さなければならないという問題点がある。

【0042】[3]:さらに、前述した従来のセンターライン法では、ED心輪郭直角線作成部11により実施されるステップ(2)の段階で、心輪郭を予め滑らかにする処理が行われるが、これに関して以下の問題があ

る。

【0043】[3a]：心輪郭データにスムージングをかける際、フィルタサイズが適当でないと、スムージングの程度が弱すぎて図20に示すような枝を取り去ることができなかつたり、反対にスムージングの程度が強すぎて輪郭の元の形状を壊してしまうことがあるが、そのフィルタサイズの決定について従来では何等提案されたものが無い。必然的に、予めフィルタサイズを適宜に決めておくことになるが、その場合、患者の個人差などに因って、必ずしも適宜なフィルタリングがなされるという保証は無い。

【0044】[3b]：前述した特許文献2に記載の発明に示すようなハードウェア構成及び手法でスムージングを行うには、専用ハードウェアが必要になり、システムが複雑になり、高価にもなる。

【0045】[4]：従来のセンターライン法では、収縮線作成部13により実施されるステップ(4)の段階で、センターラインのスムージングに関して上記[3]と同様の問題がある。

【0046】[5]：従来のセンターライン法におけるステップ(4)の段階で、センターラインCL上の等分点 $E P_{n+1}$ から収縮線 $C T_{n+1}$ をED心輪郭へ向かって引く際、図22に示す如く、ED心輪郭が局所的に内側にへこんでいたり、或いは、図23に示す如く、ED心輪郭とES心輪郭の重ね合わせた時に局所的にED心輪郭がES心輪郭内部に入り込んでいた場合、収縮線 $C T_{n+1}$ が一つ前の等分点 $E P_n$ から引かれた収縮線 $C T_n$ と交差する可能性がある。交差した場合、当然にセンターライン法の原則に反する部分を有したまま解析され、精度の高い解析結果は期待できない。

【0047】[6]：センターライン法の解析結果を使う心機能診断では、近年、正常な心臓の収縮に比べて収縮が小さく、冠状動脈の疾患による梗塞の可能性がある(即ち異常である)部分が、心臓のどの領域に、どの程度の広さで、またどの程度の異常さで存在するかということを一目で知りたいという要請が強いが、従来技術に示す解析結果は、異常領域の位置、広さ、その異常さを明確に示しているとは言えない。

【0048】この発明は、上述した従来技術の問題に鑑みてなされたもので、とくに、心輪郭データ及びセンターラインにスムージングをかける際、スムージングに供するフィルタのサイズを常に的確に決定でき、このサイズのフィルタを用いて適切なスムージングをかけることができるようにすることを、その目的とする。

【0049】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成させるため、この発明に係る心機能解析用画像診断装置は、その一態様として、被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を同一画面上で重ね合わせる手段と、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々

から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引く手段と、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求める手段と、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引く手段と、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求める手段とを有するセンターライン法に拠る心機能解析用画像診断装置であり、前記心輪郭の長軸の長さを求め、この求められた長軸の長さに比例したフィルタサイズのスムージングを前記心輪郭のデータに施す手段を設けたことを主な特徴とする。

【0050】また、この発明に係る心機能解析用画像診断装置の別の態様によれば、上述と同様のセンターライン法に拠る心機能解析用画像診断装置において、前記センターラインの両端点を結ぶ線分と心輪郭長軸との交点及び前記センターラインと前記心輪郭長軸との交点間の線分の長さを求め、この求められた線分の長さに比例したフィルタサイズのスムージングを前記センターラインのデータに施す手段を設けたことを特徴とする。

【0051】一方、この発明に係る心機能解析方法は、その一態様によれば、被検者の心臓の心室画像から作成された拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭を重ね合わせ、前記拡張末期心輪郭上の等分点の夫々から当該拡張末期心輪郭に直交し且つ前記収縮末期心輪郭まで直角線を引き、前記直角線の夫々の中点を通るセンターラインを求め、前記センターライン上の等分点の夫々にて当該等分点を通して前記両心輪郭間に当該センターラインと直交する複数の収縮線を引き、前記複数の収縮線の各々の線長に基づいて心臓の局所的運動状況を求めるセンターライン法に拠る心機能解析方法であり、前記直角線を引く際に、前記心輪郭の長軸の長さを求め、この求められた長軸の長さに比例したフィルタサイズのスムージングを前記心輪郭のデータに施すことを特徴とする。

【0052】また、このセンターライン法に拠る心機能解析方法において、前記収縮線を引く際に、前記センターラインの両端点を結ぶ線分と心輪郭長軸との交点及び前記センターラインと前記心輪郭長軸との交点間の線分の長さを求め、この求められた線分の長さに比例したフィルタサイズのスムージングを前記センターラインのデータに施すこともできる。

【0053】

【作用】この発明によれば、直角線を引く際、心輪郭の長軸の長さが求められ、この長軸の長さに比例したフィルタサイズのスムージングが心輪郭のデータに施される。

【0054】さらに、直角線を引く際、拡張末期心輪郭に対応するフラグデータ、又は拡張末期心輪郭及びその内部を埋め尽くしたフラグデータが作成され、そのフラグデータの境界がサーチされ且つ当該フラグデータの枝部を除去しながら心輪郭の方向データ列が作成され、そ

の方向データ列を用いて拡張末期心輪郭の等分点及びその等分点における直角方向が求められる。

【0055】さらに、収縮線を引く際、センターラインの両端点を結ぶ線分と心輪郭長軸との交点及びセンターラインと心輪郭長軸との交点間の線分の長さが求められ、この長さに比例したフィルタサイズのスムージングがセンターラインのデータに施される。

【0056】さらに、収縮線を引く際、センターラインに対応するフラグデータが作成され、そのフラグデータがサーチされ且つ当該フラグデータの枝部を除去しながらセンターラインの方向データ列が作成され、その方向データ列を用いてセンターラインの等分点及びその等分点における直角方向が求められる。

【0057】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面を参照しながら説明する。以下の実施例は、センターライン法を適用して心機能解析を行うことができる、独立した画像診断装置について実施したものであるが、種々の医用モダリティに一体に組み込んで実施することもできる。なお、前述した従来の画像診断装置（図13及び図14記載のもの）の構成要素と同じものには同一符号を用いて、その説明を省略又は簡略化する。

【0058】（第1実施例）第1実施例を図24に基づき説明する。

【0059】この第1実施例に係る画像診断装置は図24に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、患者・検査・画像処理情報格納ユニット16、情報チェックユニット17、センターライン法解析ユニット3、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU（中央演算装置）8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。

【0060】心輪郭データ格納ユニット1はED心輪郭データ及びES心輪郭データを格納しており、これらのデータがCPU8の指示によりセンターライン法解析ユニット3に入力される。心輪郭データは例えば従来技術に示したものと同じく、心輪郭上の点座標(X, Y)の連続したもの（図15参照）に、心臓の大動脈弁両端の位置座標及び長軸両端の位置座標（図16参照）がつけ加えられたものである。また正常例データ格納ユニット2は正常な心臓の収縮（正常例）に関するデータを格納しており、このデータがCPU8の指示によりセンターライン法解析ユニット3に入力される。

【0061】患者・検査・画像処理情報格納ユニット16は、CPU8の制御の下、各心輪郭作成に用いた心室画像の患者情報、検査情報及び画像処理情報（付随情報という）を情報チェックユニット17に供給するようになっている。患者情報、検査情報及び画像処理情報の項

目としては例えば図25に示すものである。但し、チェックされる情報は、これら項目のいずれかのみであっても良いし、これら項目に他の項目が追加されてもかまわない。

【0062】情報チェックユニット17では、入力された各心輪郭に関する患者情報、検査情報、画像処理情報の各項目が突き合わされてチェックされる。そして、突き合わせた各項目が全て一致した場合、両心輪郭が同一の患者、同一の検査、同一の画像処理で得られたものであると判断し、両心輪郭データ及び正常例データをセンターライン法解析ユニット3に送る。

【0063】センターライン法解析ユニット3では、前述したと同様のセンターライン法解析が行われる。その解析結果はグラフィックメモリ4に描画された後、D/A変換器5にてD/A変換され、モニタ6に表示される。

【0064】これに対し、情報チェックユニット17で付随情報の一部に一致しない事項があると判断された場合、その旨、モニタ6に表示し、オペレータの指示を仰ぐことになる。

【0065】このように、心輪郭作成に用いた心室画像の患者情報、検査情報及び画像処理情報などの付随情報を心輪郭データに付加した状態で取り込み、定量解析に入る前に拡張末期心輪郭及び収縮末期心輪郭が、同一患者及び同一検査から得られたものであるかを確認する。これにより、例えば誤操作などに因り、別患者同士のED心輪郭及びES心輪郭を取り込んだまま解析されるといった事態を未然に防止できるから、信頼性の高い心機能解析・診断を行うことができるとともに、オペレータの操作上の負担も軽減される。

【0066】（第2実施例）第2実施例を図26に基づき説明する。

【0067】この第2実施例に係る画像診断装置は図26に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、画像サイズ格納ユニット18、画像サイズチェックユニット19、心輪郭データ変換ユニット20、センターライン法解析ユニット3、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。

【0068】この内、心輪郭データ格納ユニット1は上述した第1実施例と同一に構成されているが、ユニット1から読み出されたデータは、心輪郭データ変換ユニット20に送られる。心輪郭データのフォーマットも第1実施例と同一である。

【0069】画像サイズ格納ユニット18は、各心輪郭作成に用いた心室画像の画像サイズの情報を事前に格納しており、CPU8からの指令に应答して、その画像サ

イズ情報を次段の画像サイズチェックユニット19に送るようになっている。

【0070】画像サイズチェックユニット19は、入力した各心輪郭に関する画像サイズを判別し、その判別結果を次段の心輪郭データ変換ユニット20に送る。この心輪郭データ変換ユニット20では、判別された画像サイズに応じて、心輪郭ROIデータが固定された画像サイズ用にデータ変換される。

【0071】変換された心輪郭データは、センターライン法解析ユニット3に送られ、センターライン法解析が行われる。解析結果はグラフィックメモリ4に描画された後、D/A変換され、モニタ6に表示される。

【0072】このため、画像サイズチェックユニット19では、例えば、ED心輪郭ROIの元の画像サイズは512²、ES心輪郭ROIの元の画像サイズは1024²であると判別される。これにより、心輪郭データ変換ユニット20では、例えば両心輪郭ROIデータの元の画像サイズが共に1024²となるように変換される。即ち、ED心輪郭データのみ、内部のX、Y座標データが全て2倍される。

【0073】このように、心輪郭作成に用いた心室画像の画像サイズを付随情報として付加した心輪郭データを取り込み、解析を行う前に、付随情報から画像サイズを認識し、両心輪郭データを同一画像サイズの心輪郭になるようデータ変換している。この結果、両心輪郭を得る際の元の画像の画像サイズが異なっても、自動的に画像サイズが一致し、解析を正しく行うことができる。

$$L_{AB} = \{ (a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 \}^{1/2}$$

となる。これを用いて、スムージングのフィルタサイズを、

【数6】 $\text{フィルタサイズ} = \alpha \times (L_{AB} / \lambda)$ に決める。この式により、長軸長さ $L_{AB} = \lambda$ のとき、 $\text{フィルタサイズ} = \alpha$ になるように設定される。ここで $\alpha = 5$ 、 $\lambda = 256$ とすると、 $L_{AB} = 512$ の時、 $\text{フィルタサイズ} = 10$ となる。

【0078】そして、心輪郭ROIデータ内の各点において、各点を中央とする α 個の点のX、Y座標毎の単純平滑化を行うようにする。

【0079】ED心輪郭上の等分点EQ(図2参照)から、ED心輪郭に直交しES心輪郭まで直線を引く段階で、心輪郭を滑らかにする処理を行う。この際、上述したように、心輪郭の長軸LAの長さに比例したフィルタサイズを適用したスムージングを行うことで、輪郭の大きさを考慮した最適なスムージングを実施できる。その結果、スムージングが弱すぎて輪郭の枝が取りきれず、滑らかなED心輪郭が得られなかったり、スムージングが強すぎて元の形状が崩れてしまうという事態を回避でき、より精度の高い心機能解析が可能になる。

*【0074】(第3実施例)第3実施例を図27及び図28に基づき説明する。この実施例は、請求項1及び7に記載の発明に対応している。

【0075】この第3実施例に係る画像診断装置は図27に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット21、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。この内、センターライン法解析ユニット21を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例(図13)と同等である。

【0076】センターライン法解析ユニット21は図28に示すように、イメージメモリ9、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10、ED心輪郭直角線作成部22、センターライン作成部12、収縮線作成部13、収縮率解析部14、及び解析結果グラフ作成部15を備えている。この内、ED心輪郭直角線作成部22を除く各部は、前記各実施例及び従来例(図14)と同等である。

【0077】この実施例におけるED心輪郭直角線作成部22は前述したものに比べて、ED/ES両心輪郭データのスムージングの手法を異にしている。具体的には、心輪郭データに含まれる長軸LAの両端の位置座標をA(a₁, a₂)、B(b₁, b₂)とすると(図16参照)、長軸LAの長さL_{AB}は、
【数5】

【0080】(第4実施例)第4実施例を図29~図36に基づき説明する。この実施例は、請求項2~4に記載の発明に対応している。

【0081】この第4実施例に係る画像診断装置は図29に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット23、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。この内、センターライン法解析ユニット23を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例(図13)と同等である。

【0082】センターライン法解析ユニット23は図30に示すように、イメージメモリ9、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10、ED心輪郭直角線作成部24、センターライン作成部12、収縮線作成部13、収縮率解析部14、及び解析結果グラフ作成部15を備えている。この内、ED心輪郭直角線作成部24を除く各部は、前記各実施例及び従来例(図14)と同等である。

【0083】ED心輪郭直角線作成部24の処理について説明する。

【0084】まず、ED心輪郭データを用いて、ED心輪郭に対応するフラグデータ、或いはED心輪郭及びその内部を塗りつぶしたフラグデータをイメージメモリ9に描画する。

【0085】次いで、ED心輪郭のフラグを以下のステップ(a)~(f)でサーチすると共に、方向データ列を作成する。

【0086】(a)：最初に、注目点を中心とする8方向を図17に示す数値データとして定義する。

【0087】(b)：大動脈弁部一端の位置を方向データ作成開始位置、他端の位置を方向データ作成終了位置とする。

【0088】(c)：1つ前の注目点のある方向を除く7方向をサーチする。

【0089】(d)：7方向をサーチする順序は右回りとする。また、注目点における最初のサーチ方向は、1つ前の注目点のある方向から、右回りに1方向ずれた方向とする。図31、図32にその例を示す。図31、図32

$$\theta' = \cos^{-1} \left(\frac{b_1 - a_1}{\{(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2\}^{1/2}} \right)$$

とすると、

【数8】 $\theta = \theta'$ (但し、 $a_2 > b_2$)
 $2\pi - \theta'$ (但し、 $a_2 \leq b_2$)

となる。ここで、 θ の値によって、最初のサーチ方向を例えば以下のように定義させる。尚、方向は、図17に示す数値データで示す。

【0094】

- 【数9】最初のサーチ方向=0 ($\pi/2 \leq \theta < 3\pi/4$)
 1 ($\pi/4 \leq \theta < \pi/2$)
 2 ($0 \leq \theta < \pi/4$)
 3 ($7\pi/4 \leq \theta < 2\pi$)
 4 ($3\pi/2 \leq \theta < 7\pi/4$)
 5 ($5\pi/4 \leq \theta < 3\pi/2$)
 6 ($\pi \leq \theta < 5\pi/4$)
 7 ($3\pi/4 \leq \theta < \pi$)

この例は、大動脈弁断面の方向から $\pi/2$ ずらした方向になる。

【0095】(f2)：このサーチ方向の決定手法は請求項4記載の発明に対応する。

【0096】方向データ作成開始位置の回り8点のフラグデータ分布から最初のサーチ方向を求める。

【0097】即ち、方向0~7に関して、フラグの存在しない方向を探し、その方向が隣合う複数の方向の場合

*32上の丸数字1~7は、サーチする方向の順序を示している。

【0090】(e)：前述した図20に示すような枝に出会った場合、上記ステップ(d)の処理時に7方向をサーチしてもフラグが見つからなくなる。その場合は、その時点の注目点に対応するフラグをイメージメモリ9から消去し、更に注目点を1つ前に戻し、サーチをやり直す。これにより、枝のない滑らかな輪郭として認識できる。図20のような輪郭は結局、図33のような滑らかな輪郭として認識される。

【0091】(f)：方向データ作成開始位置における最初のサーチ方向は、以下の(f1)及び(f2)の2種類の手法のいずれかにより求める。

【0092】(f1)：このサーチ方向の決定手法は請求項3記載の発明に対応する。

【0093】大動脈弁両端の位置座標を用いて以下の方法で求める。例えば大動脈弁両端位置座標をA(a_1, a_2)、B(b_1, b_2)、サーチ開始位置をAとすると(図34参照)、図34にて示される角度 θ は、

【数7】

は、右回りにみてフラグが存在する方向から存在しない方向へ変化した直後の方向を最初のサーチ方向とする。フラグの存在しない方向が1方向のみの場合はその方向を最初のサーチ方向とする。

【0098】図35、図36に例を示す。注目点を中心とする8方向を図17に示す数値データとして定義すると、最初のサーチ方向は図35の場合「7」の方向、図36の場合「0」の方向となる。尚、この方法はED心輪郭及びその内部を塗りつぶしたフラグデータを使用する場合に限って有効である。

【0099】以上により、枝のとれた方向データ列が作成される。

【0100】この方向データ列を用いて、ED心輪郭の長さ、等分点、等分点における直角ベクトルを求める。この求め方は従来技術と同じでよい。

【0101】次に、ES心輪郭に対応するフラグデータをイメージメモリ9に描画し、上記ED心輪郭の等分点から上記垂直ベクトルの方向にES心輪郭のフラグが見つかるまでサーチを行う。その際、従来技術で示した(2a)~(2c)の措置を行う。

【0102】以上がED心輪郭直角線作成部24の処理である。

【0103】このように、ED心輪郭上の等分点から、ED心輪郭に直交しES心輪郭まで直線を引く段階で、ED心輪郭或いはED心輪郭及びその内部を塗りつぶしたフラグデータをメモリ上に作成し、輪郭の枝部分を取り除きながら心輪郭の方向データ列を作成することによ

り、滑らかな心輪郭形状を認識できる。つまり、心輪郭にスムージングをかける際、スムージングが強すぎてED心輪郭の元の形状を壊してしまうといった不具合がなくなるし、スムージングが弱すぎて枝部分を除去できないという不具合も解消される。スムージングを行うための専用ハードウェアがなくとも滑らかなED心輪郭を得ることができ、システム全体が簡素化される。

【0104】(第5実施例)第5実施例を図37~図39に基づき説明する。この実施例は、請求項5及び8に記載の発明に対応している。

【0105】この第5実施例に係る画像診断装置は図37に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット25、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。この内、センターライン*

$$L_{CD} = \{ (c_1 - d_1)^2 + (c_2 - d_2)^2 \}^{1/2}$$

となる。これを用いて、フィルタサイズ α を、

【数11】 $\alpha = \alpha_0 \times (L_{CD} / L_{CD0})$ とする。この式から、線分CDの長さ L_{CD} が L_{CD0} のときフィルタサイズが α_0 になるように設定される。ここで $\alpha_0 = 5$ 、 $L_{CD0} = 256$ とすると、 $L_{CD} = 512$ の時、 $\alpha = 10$ となる。

【0110】そして、センターラインROIデータ内の各点において、各点を中央とする n 個の点のX、Y座標毎の単純平滑化を行う。

【0111】センターラインCL上の等分点EPから両心輪郭間にセンターラインと直交するように収縮線CTを引く段階で、センターラインを滑らかにする処理が行われる。この際、センターラインCLの端点A、Bを結ぶ線分と心輪郭長軸LAとの交点Cと、センターラインCLと心輪郭長軸LAとの交点Dとを結ぶ線分の長さに比例したフィルタサイズのスムージングがなされる。これにより、センターラインCLの大きさを考慮した最適なスムージングができるため、スムージングが強すぎてセンターラインCLの元の形状を壊してしまったり、スムージングが弱すぎて枝などを除去できないといった不具合が解消される。

【0112】(第6実施例)第6実施例を図40、図41に基づき説明する。この実施例は、請求項6に記載の発明に対応している。

【0113】この第6実施例に係る画像診断装置は図40に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット27、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCPU8に接続され、CPU8の制御下に置かれている。グ

*法解析ユニット25を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例(図13)と同等である。

【0106】センターライン法解析ユニット25は図38に示すように、イメージメモリ9、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10、ED心輪郭直角線作成部11、センターライン作成部12、収縮線作成部26、収縮率解析部14、及び解析結果グラフ作成部15を備えている。この内、収縮線作成部26を除く各部は、前記各実施例及び従来例(図14)と同等である。

10 【0107】収縮線作成部26は以下のようにセンターラインCLをスムージングする。

【0108】図39に示すように、センターラインCLの両端点をA、B、線分ABと心輪郭長軸LAとの交点をC(c_1, c_2)、センターラインCLと心輪郭長軸LAとの交点をD(d_1, d_2)とする。

【0109】線分CDの長さ L_{CD} は、

【数10】

グラフィックメモリ4の読出し側はD/A変換器5を介してモニタ6に接続されている。この内、センターライン法解析ユニット27を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例(図13)と同等である。

【0114】センターライン法解析ユニット27は図41に示すように、イメージメモリ9、ED/ES心輪郭重ね合わせ部10、ED心輪郭直角線作成部11、センターライン作成部12、収縮線作成部28、収縮率解析部14、及び解析結果グラフ作成部15を備えている。この内、収縮線作成部28を除く各部は、前記各実施例及び従来例(図14)と同等である。

【0115】収縮線作成部28は、第4実施例におけるED心輪郭直角線作成部24における処理内容をそのまま用いて、収縮線CTを作成する。

【0116】つまり、センターラインCL上の等分点から両心輪郭間にセンターラインと直交するように収縮線CTを引く段階で、センターラインCLに対応するフラグデータをメモリ上に作成し、センターラインCLの枝部分を取り除きながらセンターラインの方向データ列を作成する。これにより、滑らかなセンターライン形状を認識でき、スムージングを行うための専用ハードウェアがなくとも滑らかなセンターラインを得ることができる。

【0117】(第7実施例)第7実施例を図42~図45に基づき説明する。

【0118】この第7実施例に係る画像診断装置は図42に示すように、心輪郭データ格納ユニット1、正常例データ格納ユニット2、センターライン法解析ユニット29、及びグラフィックメモリ4を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス7を経由してメインのCP

U 8 に接続され、CPU 8 の制御下に置かれている。グラフィックメモリ 4 の読出し側は D/A 変換器 5 を介してモニタ 6 に接続されている。この内、センターライン法解析ユニット 29 を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例（図 13）と同等である。

【0119】センターライン法解析ユニット 29 は図 43 に示すように、イメージメモリ 9、ED/ES 心輪郭重ね合わせ部 10、ED 心輪郭直角線作成部 11、センターライン作成部 12、収縮線作成部 30、収縮率解析部 14、及び解析結果グラフ作成部 15 を備えている。この内、収縮線作成部 30 を除く各部分は、前記各実施例及び従来例（図 14）と同等である。

【0120】収縮線作成部 30 は、前述した図 14 記載の収縮線作成部 13 で実施される処理に、以下の処理をつけ加えた状態で作動する。

【0121】具体的にはまず、収縮線作成部 30 は、センターライン CL の等分点 $E P_{n+1}$ から ED 心輪郭方向に引いた収縮線 $C T_{n+1}$ が 1 つ前の等分点 $E P_n$ で引かれた収縮線 $C T_n$ と交差するか否かを判断する。いま、図 44 や図 45 に示す収縮線 $C T_{n+1}$ 、 $C T_n$ の状態となり、両線が交差すると判断した場合、1 つ前に引かれた収縮線 $C T_n$ の ED 心輪郭との交点 h とセンターライン CL 上で現在収縮線を引こうとしている点 $E P_{n+1}$ とを線分で結び、更にその線分を ES 心輪郭に交わるまで引き延ばし、その線分 $C T_{n+1}^*$ を収縮線と見做す。

【0122】この処理を付加することにより、前述した図 22 及び図 23 の場合のように、ED 心輪郭が局所的に内側にへこんでいる場合や ED 心輪郭が局所的に ES 心輪郭内部に入り込んでいる場合でも、収縮線同士が交差することもなく、収縮線の物理的意味に合致した、より精度の高い収縮線を引くことができる。したがって、収縮率も高精度に演算され、心機能解析の信頼性も向上する。当然に、収縮線作成部 30 では、直角線 PE 同士の交差なども判断され、処置される。

【0123】（第 8 実施例）第 8 実施例を図 46 ~ 図 50 に基づき説明する。

【0124】この第 8 実施例に係る画像診断装置は図 46 に示すように、心輪郭データ格納ユニット 1、正常例データ格納ユニット 2、センターライン法解析ユニット 31、及びグラフィックメモリ 4 を有する。これらのユニット及びメモリは制御バス 7 を経由してメインの CPU 8 に接続され、CPU 8 の制御下に置かれている。グラフィックメモリ 4 の読出し側は D/A 変換器 5 を介してモニタ 6 に接続されている。この内、センターライン法解析ユニット 31 を除く構成要素は、前記各実施例及び従来例（図 13）と同等である。

【0125】センターライン法解析ユニット 31 は図 47 に示すように、イメージメモリ 9、ED/ES 心輪郭重ね合わせ部 10、ED 心輪郭直角線作成部 11、セン

ターライン作成部 12、収縮線作成部 13、収縮率解析部 14、及び解析結果グラフ作成部 32 を備えている。この内、解析結果グラフ部 32 を除く各部分は、前記各実施例及び従来例（図 14）と同等である。

【0126】解析結果グラフ作成部 32 は、前述した図 14 記載の解析結果グラフ作成部 15 で実施される処理に、以下の処理をつけ加えた状態で作動する。

【0127】その付け加える処理を、以下のステップ（8a）~（8c）に示す。

【0128】（8a）：100 本の収縮線に沿って、1 ~ 16 本目の収縮線の存在する領域、17 ~ 32 本目の収縮線の存在する領域、33 ~ 48 本目の収縮線の存在する領域、49 ~ 64 本目の収縮線の存在する領域、65 ~ 80 本目の収縮線の存在する領域、81 ~ 100 本目の収縮線の存在する領域というように、6 つの領域に分割する（図 48 参照）。

【0129】（8b）：各分割領域毎で図 12 における値（求めた収縮率と正常例平均の収縮率との差分を正常例平均の標準偏差で正規化した値）が -2 以下となる収縮線の本数及び各分割領域毎の前記値の平均値を計算する。

【0130】（8c）：上記計算値を、分割領域毎の表として、グラフィックメモリ 4 へ描画する。

【0131】これにより、図 12 の解析結果に対応して、さらに、分割領域毎の前記値が -2 以下となる収縮線の本数の表（図 49 参照）がモニタ 6 に表示されるとともに、分割領域毎の前記値の平均値の表（図 50 参照）がモニタ 6 に表示される。

【0132】上記の分割の仕方（1 ~ 16、17 ~ 32、33 ~ 48、49 ~ 64、65 ~ 80、81 ~ 100）は、心室を医学的部位に沿って分けた場合である。それぞれ医学的部位の名称である、anterobasal region、anterolateral region、apical region、diaphragmatic region、posterobasal region、mitral valve に対応させている。尚、この分割数或いは分割する際の収縮線の対応づけ方は上記に限定されるものではなく、それ以外の方式でもよい。

【0133】このように、従来の如く単に図 11、図 12 の曲線で表示するのみならず、正常な心臓の収縮に比べて収縮が小さく、冠状動脈の疾患に因る梗塞の可能性のある領域が心臓のどの領域に、どの位の広さで存在し、しかもどの程度の異常さであるかを数値で定量的に且つ明確に表示することができる。したがって、術者の診断上の負担を軽減し、診断の容易化を図ることができる。

【0134】なお、上記各実施例は請求項記載の発明に個別に対応させた状態で実施するとしたが、複数の請求項に係る発明を同時に実施する（例えば第 1 実施例と第 2 実施例を組み合わせるなど、上記各実施例を必要に応じて適宜組み合わせる）としてもよ

い。

【0135】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の心機能解析用画像診断装置及び心機能解析方法によれば、心輪郭データ及びセンターラインにスムージングをかける際、フィルタサイズを心臓の大きさに合致して常に的確に決定でき、適度なスムージングを掛けることができる。つまり、データの元の形状を保持したまま、枝を適宜除去できる。加えて、このスムージングを、専用ハードウェアを用いなくても実施でき、比較的簡単なシステム及び処理で実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】センターライン法におけるES心輪郭及びED心輪郭の重ね合わせを説明する図。

【図2】ED心輪郭上の等分点の決定及び直角線の引き方を示す図。

【図3】直角線がES心輪郭の大動脈弁部に達する場合を説明する図。

【図4】直角線がES心輪郭に達しない場合の処理を説明する図。

【図5】直角線同士が交差する場合の処理を説明する図。

【図6】直角線がED心輪郭の長軸と交差する場合の処理を説明する図。

【図7】直角線の夫々の midpoint の決定及びセンターラインの引き方を示す図。

【図8】センターライン上の等分点の決定及び収縮線の引き方を示す図。

【図9】収縮線の夫々に対するCHORD NO. の付与を説明する図。

【図10】収縮線の線長の測定及びその正規化を説明する図。

【図11】CHORD NO. を横軸、収縮率を縦軸として心室壁の運状状況を示すグラフ。

【図12】心機能曲線と正常例平均曲線との差分を標準偏差で正規化した値のグラフ。

【図13】センターライン法を実施する従来の画像診断装置のブロック図。

【図14】センターライン法解析ユニットのブロック図。

【図15】心輪郭の点座標を説明する図。

【図16】大動脈弁両端の位置座標及び長軸両端の位置座標を説明する図。

【図17】ED心輪郭のサーチにおける注目点を中心とする8方向の説明図。

【図18】ED心輪郭の一例を画素の連続として示す図。

【図19】注目点を中心とする8方向に輪郭を接続する場合の輪郭の単位長さを説明する図。

【図20】心輪郭における枝（突起など）を画素で示す

図。

【図21】直角線の midpoint 座標を連続させたROIデータとして得られるセンターラインを示す図。

【図22】従来技術の問題点の一つである、収縮線同士の交差の一例を説明する図。

【図23】従来技術の問題点の一つである、収縮線同士の交差の他の例を説明する図。

【図24】この発明の第1実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図25】付随情報を項目別に分類して示す図。

【図26】この発明の第2実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図27】この発明の第3実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図28】第3実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図29】この発明の第4実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図30】第4実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図31】サーチ方向を説明する図。

【図32】サーチ方向を説明する図。

【図33】画素列で形成された輪郭の一部と枝の消去を説明する図。

【図34】サーチ開始位置を説明する図。

【図35】最初のサーチ方向の決め方を示す図。

【図36】最初のサーチ方向の決め方を示す図。

【図37】この発明の第5実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図38】第5実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図39】フィルタサイズを決めるための長軸上の線分を説明する図。

【図40】この発明の第6実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図41】第6実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図42】この発明の第7実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図43】第7実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図44】収縮線同士の交差を排除する一例を示す図。

【図45】収縮線同士の交差を排除する他の例を示す図。

【図46】この発明の第8実施例に係る画像診断装置のシステムブロック図。

【図47】第8実施例のセンターライン法解析ユニットのブロック図。

【図48】収縮線を分けることによる心輪郭の領域分割を説明する図。

【図49】分割領域毎の解析の一例を示す表図。
 【図50】分割領域毎の解析の他の例を示す表図。
 【符号の説明】

- 1 心輪郭データ格納ユニット
- 2 正常例データ格納ユニット
- 3 センターライン法解析ユニット
- 4 グラフィックメモリ
- 5 D/A変換器
- 6 モニタ
- 7 バス
- 8 CPU
- 9 イメージメモリ
- 10 ED/ES心輪郭重ね合わせ部
- 11 ED心輪郭直角線作成部
- 12 センターライン作成部
- 13 収縮線作成部
- 14 収縮率解析部
- 15 解析結果グラフ作成部

- *16 患者・検査・画像処理情報格納ユニット
- 17 情報チェックユニット
- 18 画像サイズ格納ユニット
- 19 画像サイズチェックユニット
- 20 心輪郭データ変換ユニット
- 21 センターライン法解析ユニット
- 22 ED心輪郭直角線作成部
- 23 センターライン法解析ユニット
- 24 ED心輪郭直角線作成部
- 10 25 センターライン法解析ユニット
- 26 収縮線作成部
- 27 センターライン法解析ユニット
- 28 収縮線作成部
- 29 センターライン法解析ユニット
- 30 収縮線作成部
- 31 センターライン法解析ユニット
- 32 解析結果グラフ作成部

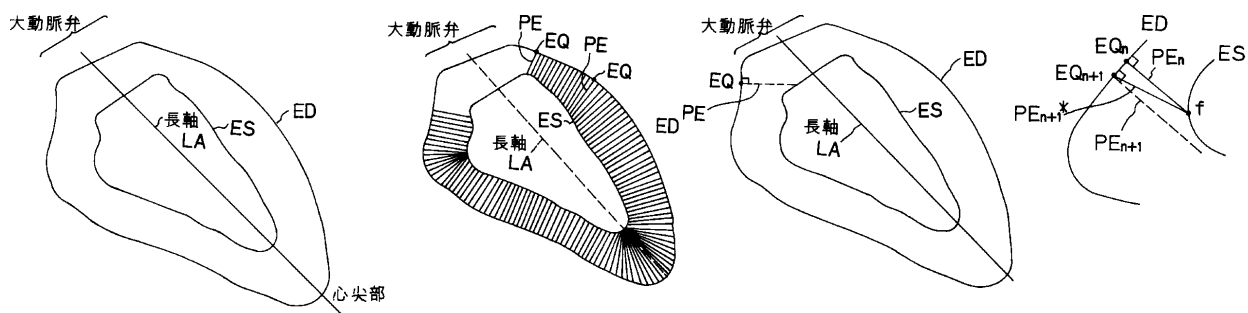
*

【図1】

【図2】

【図3】

【図4】



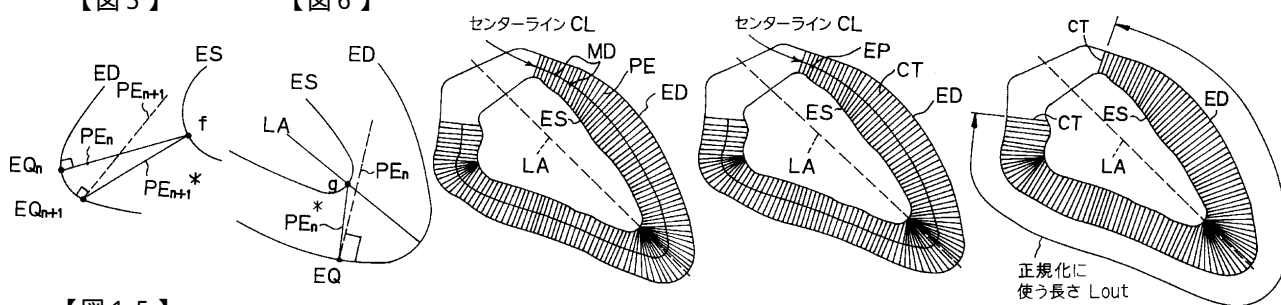
【図5】

【図6】

【図7】

【図8】

【図10】



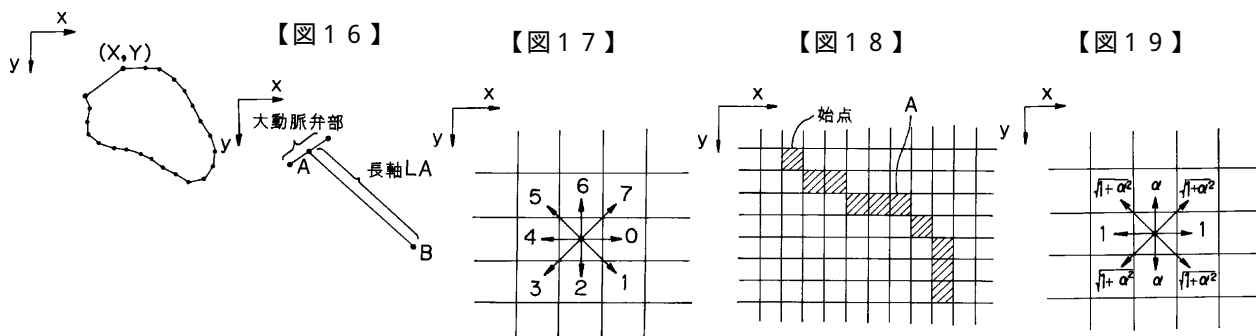
【図15】

【図16】

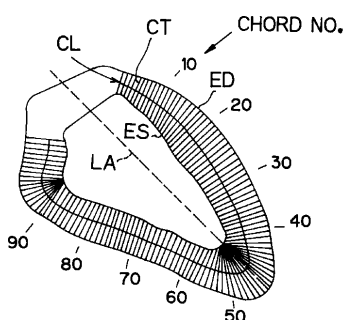
【図17】

【図18】

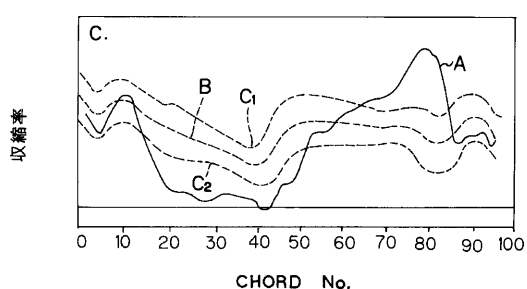
【図19】



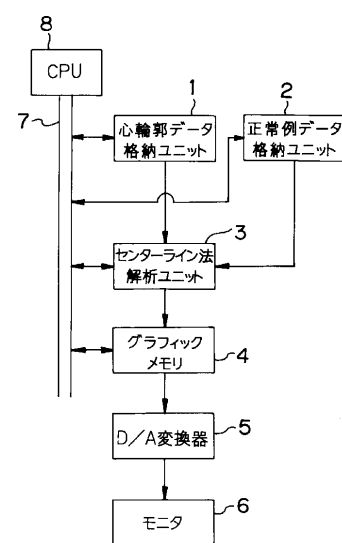
【図9】



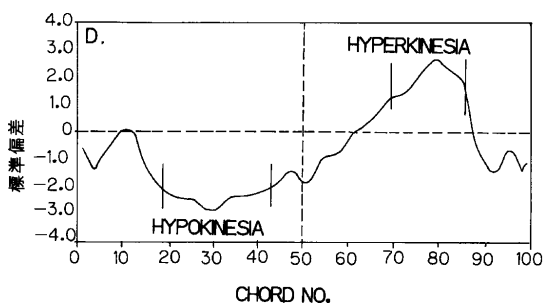
【図11】



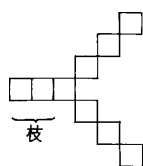
【図13】



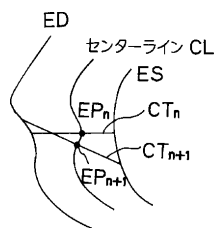
【図12】



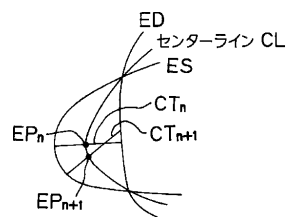
【図20】



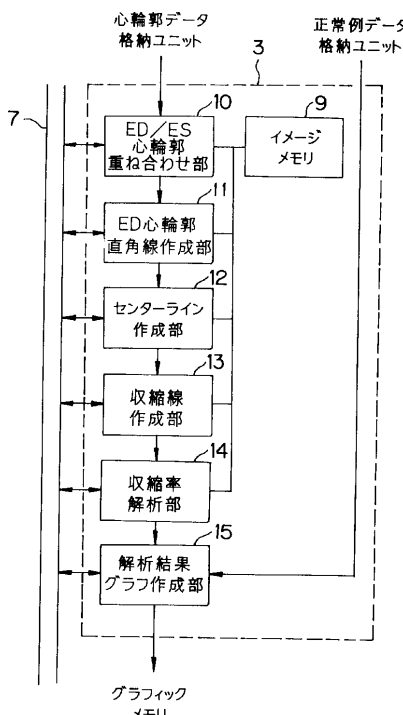
【図22】



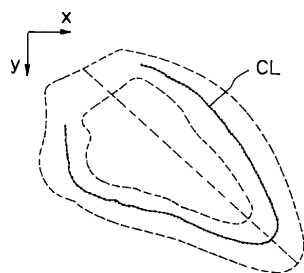
【図23】



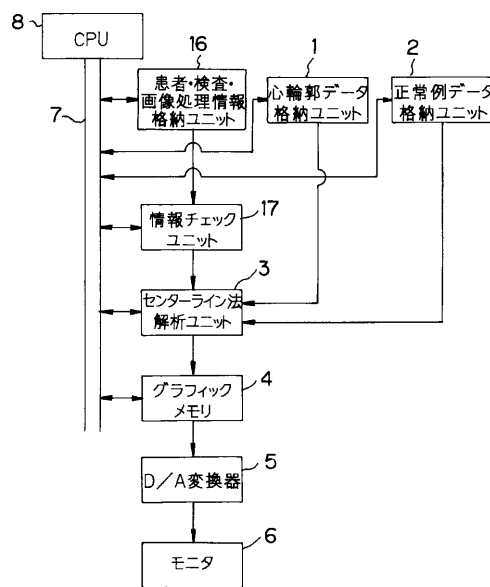
【図14】



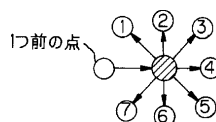
【図21】



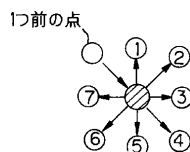
【図24】



【図31】



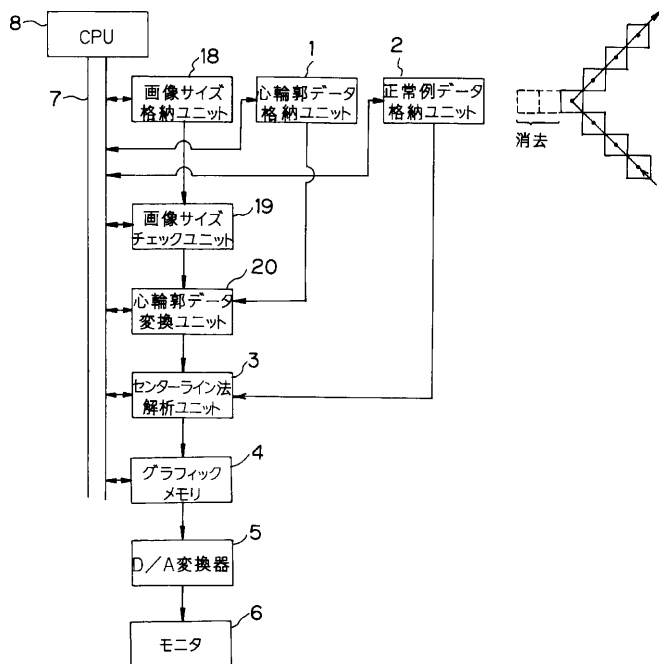
【図32】



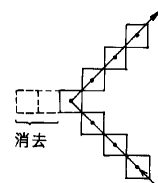
【図25】

項目	
患者情報	患者情報登録日付、患者情報登録時刻、患者名、患者ID
検査情報	検査日付、検査時刻、カセット番号
画像処理情報	画像拡大率、画像拡大中心X座標・Y座標、画像回転角

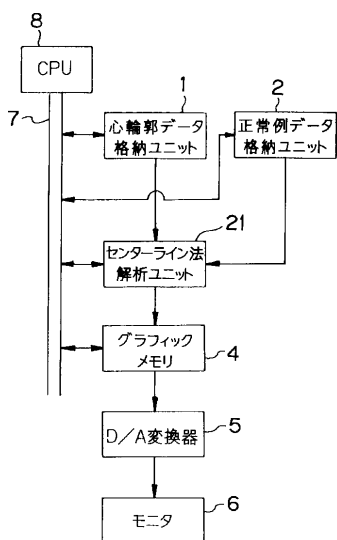
【図26】



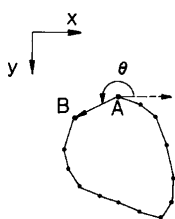
【図33】



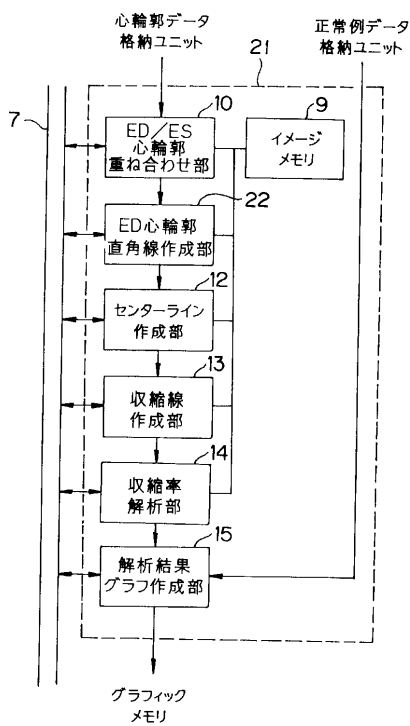
【図27】



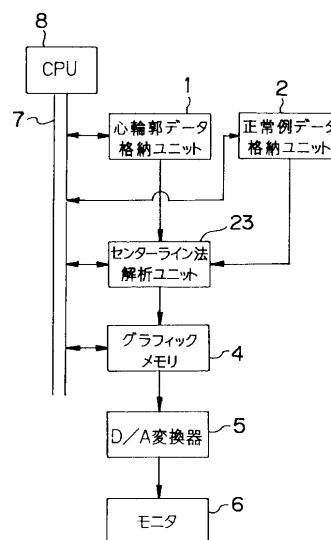
【図34】



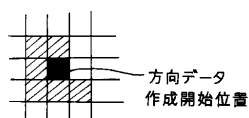
【図28】



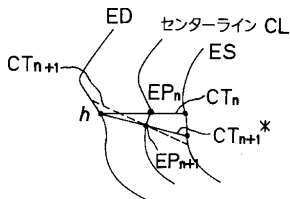
【図29】



【図35】



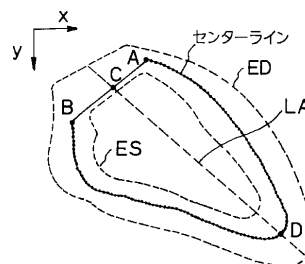
【図44】



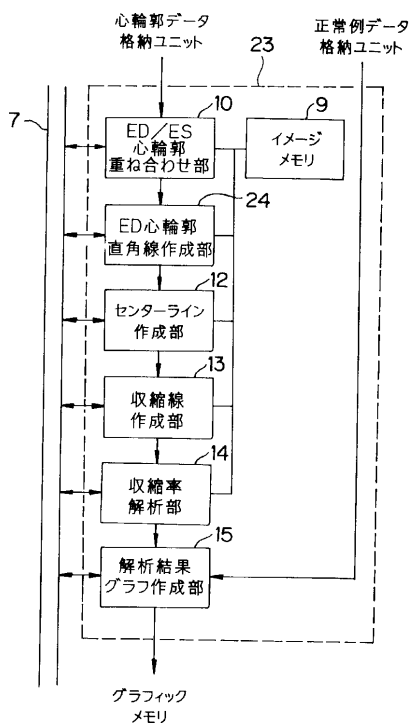
【図36】



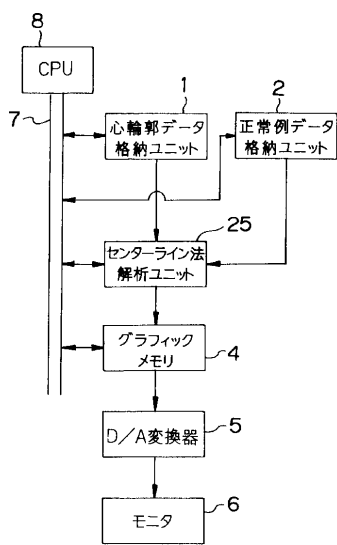
【図39】



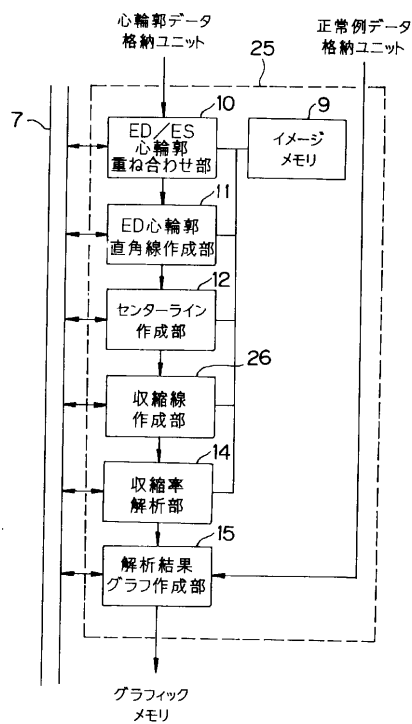
【図30】



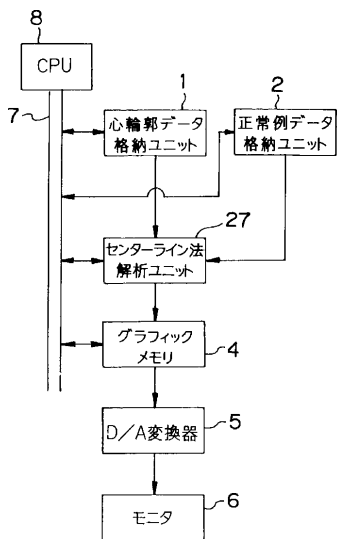
【図37】



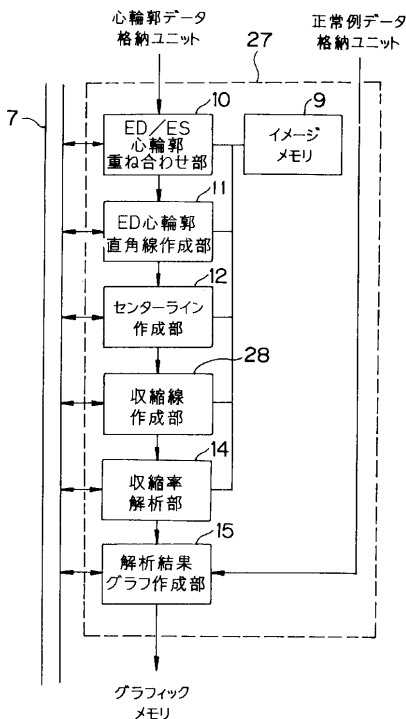
【図38】



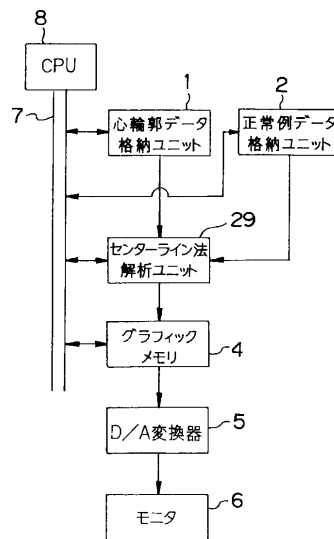
【図40】



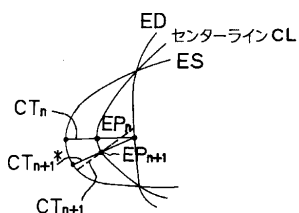
【図41】



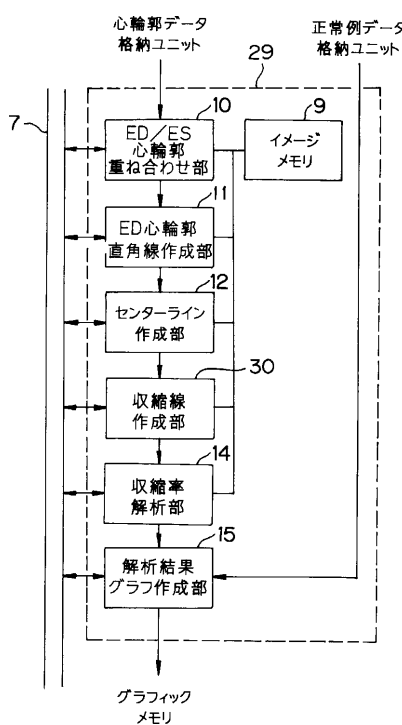
【図42】



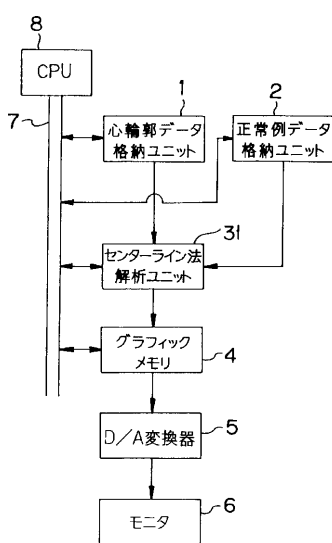
【図45】



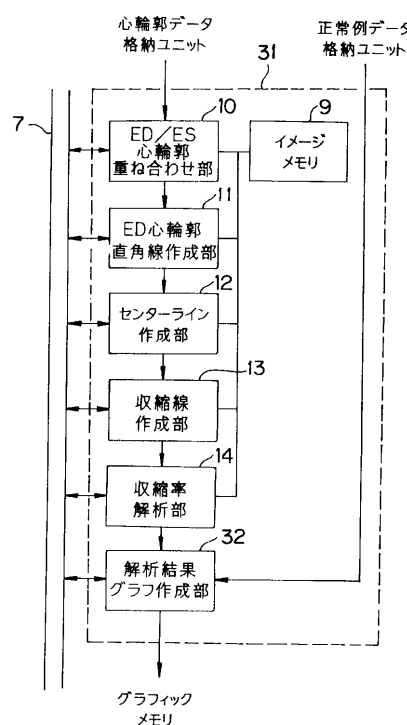
【図43】



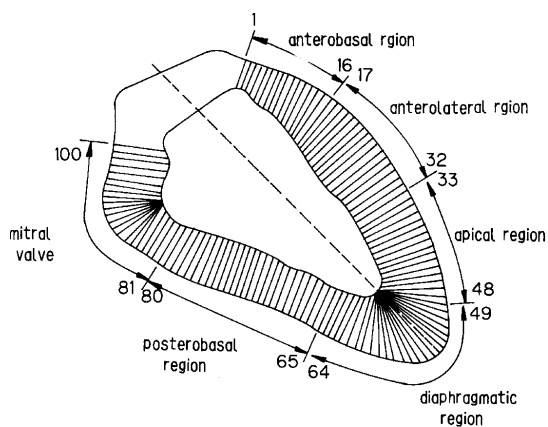
【図46】



【図47】



【図48】



【図49】

分割領域	1~16	17~32	33~48	49~64	65~80	81~100
正規化した標準偏差が ~ 2 以下である収縮線の本数	0	16	10	0	0	0

【図50】

分割領域	1~16	17~32	33~48	49~64	65~80	81~100
正規化した標準偏差の平均値	-0.80	-2.22	-2.00	-0.50	2.00	0.50

フロントページの続き

Fターム(参考) 4C093 AA26 CA50 DA02 FD05 FF06
FF16 FF21 FF22 FF35 FG14
5B057 AA09 CA02 CA08 CA12 CA16
CB02 CB08 CB12 CB16 CC03
CE05 CE08 CH09 DA08 DB02
DB05 DB09 DC17

专利名称(译)	心机能解析用画像診断装置及び心机能解析方法		
公开(公告)号	JP2003260059A	公开(公告)日	2003-09-16
申请号	JP2003018073	申请日	2003-01-27
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	中山博士		
发明人	中山 博士		
IPC分类号	A61B5/00 A61B6/00 A61B10/00 G06T1/00 G06T5/20		
FI分类号	A61B10/00.K A61B5/00.G G06T1/00.290.B G06T5/20.C A61B6/00.350.C G06T5/00.705 G06T5/20 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C093/AA26 4C093/CA50 4C093/DA02 4C093/FD05 4C093/FF06 4C093/FF16 4C093/FF21 4C093/FF22 4C093/FF35 4C093/FG14 5B057/AA09 5B057/CA02 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB02 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CC03 5B057/CE05 5B057/CE08 5B057/CH09 5B057/DA08 5B057/DB02 5B057/DB05 5B057/DB09 5B057/DC17 4C117/XA04 4C117/XB09 4C117/XD24 4C117/XE44 4C117/XF03 4C117/XG02 4C117/XG18 4C117/XG19 4C117/XG34 4C117/XG40 4C117/XJ01 4C117/XJ05 4C117/XJ12 4C117/XJ14 4C117/XJ17 4C117/XJ25 4C117/XJ27 4C117/XJ42 4C117/XK04 4C117/XK05 4C117/XK07 4C117/XK09 4C117/XK16 4C117/XK22 4C117/XK24 4C117/XR06		
其他公开文献	JP3611564B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

应用平滑心脏轮廓数据的时间，总是能够精确地确定所述过滤器的大小来进行平滑，乘以使用此过滤器的适当的平滑。 甲心脏功能分析图像诊断装置，用于使用舒张末期心脏轮廓和收缩末期心脏轮廓分析中心从受试者的心脏，心功能的心室图像由于中心线方法创建的线方法分析单元21。该分析单元21具有ED芯轮廓直角生成部分22。创建单元22具有用于从每个等分点的拉的垂线上舒张末期心脏轮廓人们对垂直于舒张末期心脏轮廓和收缩末期心脏轮廓，装置，心脏周边长度轴的装置，并且对通过长度获得的长轴的长度与心脏轮廓的数据进行比较的滤波器大小进行平滑。

