

(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2012-147883

(P2012-147883A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012. 8. 9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 2 9 0 D	5 B 0 5 7
G 0 6 T 3/40 (2006.01)	G 0 6 T 3/40 P	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2011-7724 (P2011-7724)
(22) 出願日 平成23年1月18日 (2011. 1. 18)

(71) 出願人 303000420
コニカミノルタエムジー株式会社
東京都日野市さくら町1番地
(74) 代理人 110001254
特許業務法人光陽国際特許事務所
(72) 発明者 加藤 美樹
東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
ルタエムジー株式会社内
Fターム(参考) 4C601 BB02 EE04 EE10 JB36 JB45
JB57 JC02 LL06 LL38
5B057 AA07 BA05 CA08 CA12 CA16
CB08 CB12 CB16 CD06

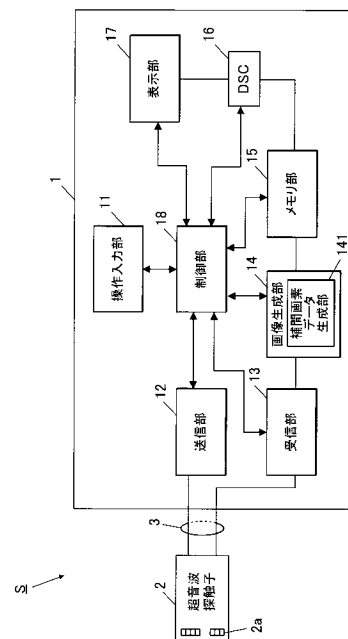
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ジャギーを低減して信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる超音波診断装置及びプログラムを提供する。

【解決手段】 画像生成部14は、受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成する。そして、画像生成部14は、音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する。そして、画像生成部14は、補間画素から方位方向に所定範囲内に配置される音線データから、補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、算出結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、選択した複数の画素を補間演算して補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行う。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子と、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理部と、

を備え、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、前記補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、該抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、該算出結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出した結果、最も輝度の差分の小さい画素の組合せを選択し、該選択した画素の組合せを前記補間演算の参照とする複数の画素とすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記最も輝度の差分の小さい画素の組合せが複数あるときは、当該最も輝度の差分の小さい画素の複数の組合せの中から、前記補間画素からの距離が最も短い画素の組合せを選択することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 4】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記最も輝度の差分の小さい画素の組合せであって、前記補間画素からの距離が最も短い画素の組合せが複数あるときは、前記補間画素と前記方位方向に隣接する画素を前記補間演算の参照とする複数の画素とすることを特徴とする請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出した画素の組合せ毎の輝度の差分を算出するときに、前記補間画素からの距離に応じた係数を乗じることを特徴とする請求項 1～4 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 6】

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子と、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理部と、

を備え、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、所定サイズのブロックに含まれる複数の画素からなる第 1 のブロック画素と、該第 1 のブロック画素における各画素にそれぞれ前記補間画素を中心として対称の位置関係にある複数の画素からなる第 2 のブロック画素との組合せを複数抽出し、該抽出したブロック画素の組合せ毎に前記第 1 のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第 2 のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関を判定し、該判定結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする超音波診断装置。

40

【請求項 7】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第 1 のブロック画素における一の画素と前記補間画素を中心として対称の位置関係にある前記第 2 のブロック画素に

50

おける一の画素との輝度の差分を画素毎に算出し、該算出した輝度の差分の総和を前記第 1 のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第 2 のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関として算出し、前記第 1 のブロック画素と前記第 2 のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せを選択し、該選択したブロック画素の組合せを構成する前記第 1 のブロック画素及び前記第 2 のブロック画素からそれぞれ前記補間演算の参照とする画素を選択することを特徴とする請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第 1 のブロック画素と前記第 2 のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せが複数あるときは、当該第 1 のブロック画素と第 2 のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の複数の組合せの中から、前記補間画素から距離が最も短いブロック画素の組合せを選択することを特徴とする請求項 7 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 9】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第 1 のブロック画素と前記第 2 のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せであって、前記補間画素からの距離が最も短いブロック画素の組合せが複数あるときは、前記補間画素と前記方位方向に隣接する画素を前記補間演算の参照とする複数の画素とす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】

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出したブロック画素の組合せ毎の輝度の差分の総和を算出するときに、前記補間画素からの距離に応じた係数を乗じることを特徴とする請求項 7～9 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 11】

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施可能であって、

前記画像処理部に、前記斜め線検出補間処理と前記水平補間処理との何れの補間処理によって前記補間画素の輝度を得るかを選択する制御部を備え、

前記画像処理部は、前記制御部によって選択された補間処理により前記補間画素の輝度を得ることを特徴とする請求項 1～10 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 12】

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施可能であって、

前記画像処理部によって生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像を表示する表示部を備え、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理を実行して超音波診断画像データを生成するとともに、前記水平補間処理を実行して超音波診断画像データを生成し、

前記表示部は、前記斜め線検出補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像と、前記水平補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像とを並べて表示することを特徴とする請求項 1～10 の何れか一項に記載の超音波診断装置。

30

40

【請求項 13】

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子を備えた超音波診断装置に設けられたコンピュータに、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理手段

として機能させ、

前記画像処理手段は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、前記補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、該抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、該算出結果に基づいて補間演算の

50

参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うプログラム。

【請求項 14】

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子を備えた超音波診断装置に設けられたコンピュータに、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理手段

として機能させ、

前記画像処理手段は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、所定サイズのブロックに含まれる複数の画素からなる第1のブロック画素と、該第1のブロック画素における各画素にそれぞれ前記補間画素を中心として対称の位置関係にある複数の画素からなる第2のブロック画素との組合せを複数抽出し、該抽出したブロック画素の組合せ毎に前記第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関を判定し、該判定結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、多数の振動子（トランスデューサ）を方位方向にアレイ状に配列して備えるリニア電子スキャン型の超音波探触子（プローブ）を有し、生体等の被検体に対して超音波ビームによるリニア走査を行い、受信した超音波から音線データを順次生成し、これに基づいて超音波診断画像を表示するようにした超音波診断装置が知られている。

【0003】

このような超音波診断装置では、方位方向における音線間隔が振動子のピッチに依存し、十分な音線データの数を得ることができないので、音線データを構成する輝度データの、方位方向及び距離方向の単位距離あたりの個数（例えば、距離1mmに含まれている輝度データの点数）をそれぞれ同じにし、方位方向と距離方向が正常な比率の縮尺となった画像を表示するためには、音線データの数を増加させる必要があった。

【0004】

そのため、従来、生成された音線データから方位方向（水平方向）にリニア補間（水平方向線形補間）を行うことにより、音線データの数を増加させて方位分解能を高めることが一般的に行われていた（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平7-265307号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に示されるような水平方向線形補間による補間方法では、相関の低い画素によりリニア補間が行われる場合がある。具体的には、例えば、図32に示すような画像データに対して水平方向線形補間を行う場合には、図33に示されるように、方位方向に隣接する画素から線形補間による補間演算を行って補間画素の輝度が算出される。なお、図33中、黒点にて示される画素は補間画素であり、黒点から左右方向に延びた矢印の示す画素は、補間演算の参照とされる画素である。そして、補間演算を行

10

20

30

40

50

った結果、図 3 4 に示されるような超音波診断画像データが生成されるが、特に、図 3 2 に示されるような斜め線の境界を有する白黒の画像の画像データに対して水平方向線形補間を行った場合には、図 3 4 に示されるように、輝度の異なる画像の境界付近が灰色となるアーチファクトが生じてしまう。そして、このようなアーチファクトの含まれた超音波診断画像データに基づいて表示装置等の表示画面上に超音波診断画像を表示すると、斜め線の境界部分では、いわゆるジャギーとなって表れてしまい、正確な診断の妨げとなってしまふ。

【0007】

本発明の課題は、ジャギーを低減して信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる超音波診断装置及びプログラムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、超音波診断装置において、被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子と、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理部と、

を備え、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、前記補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、該抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、該算出結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする。

20

【0009】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出した結果、最も輝度の差分の小さい画素の組合せを選択し、該選択した画素の組合せを前記補間演算の参照とする複数の画素とすることを特徴とする。

【0010】

30

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記最も輝度の差分の小さい画素の組合せが複数あるときは、当該最も輝度の差分の小さい画素の複数の組合せの中から、前記補間画素からの距離が最も短い画素の組合せを選択することを特徴とする。

【0011】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記最も輝度の差分の小さい画素の組合せであって、前記補間画素からの距離が最も短い画素の組合せが複数あるときは、前記補間画素と前記方位方向に隣接する画素を前記補間演算の参照とする複数の画素とすることを特徴とする。

40

【0012】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出した画素の組合せ毎の輝度の差分を算出するときに、前記補間画素からの距離に応じた係数を乗じることを特徴とする。

【0013】

請求項 6 に記載の発明は、超音波診断装置において、

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子と、

50

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理部と、

を備え、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、所定サイズのブロックに含まれる複数の画素からなる第1のブロック画素と、該第1のブロック画素における各画素にそれぞれ前記補間画素を中心として対称の位置関係にある複数の画素からなる第2のブロック画素との組合せを複数抽出し、該抽出したブロック画素の組合せ毎に前記第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関を判定し、該判定結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする。

10

【0014】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第1のブロック画素における一の画素と前記補間画素を中心として対称の位置関係にある前記第2のブロック画素における一の画素との輝度の差分を画素毎に算出し、該算出した輝度の差分の総和を前記第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関として算出し、前記第1のブロック画素と前記第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せを選択し、該選択したブロック画素の組合せを構成する前記第1のブロック画素及び前記第2のブロック画素からそれぞれ前記補間演算の参照とする画素を選択することを特徴とする。

20

【0015】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第1のブロック画素と前記第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せが複数あるときは、当該第1のブロック画素と第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の複数の組合せの中から、前記補間画素から距離が最も短いブロック画素の組合せを選択することを特徴とする。

30

【0016】

請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記第1のブロック画素と前記第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せであって、前記補間画素からの距離が最も短いブロック画素の組合せが複数あるときは、前記補間画素と前記方位方向に隣接する画素を前記補間演算の参照とする複数の画素とすることを特徴とする。

【0017】

請求項10に記載の発明は、請求項7～9の何れか一項に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理において、前記抽出したブロック画素の組合せ毎の輝度の差分の総和を算出するときに、前記補間画素からの距離に応じた係数を乗じることを特徴とする。

40

【0018】

請求項11に記載の発明は、請求項1～10の何れか一項に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施可能であって、

前記画像処理部に、前記斜め線検出補間処理と前記水平補間処理との何れの補間処理によって前記補間画素の輝度を得るかを選択する制御部を備え、

前記画像処理部は、前記制御部によって選択された補間処理により前記補間画素の輝度

50

を得ることを特徴とする。

【0019】

請求項12に記載の発明は、請求項1～10の何れか一項に記載の超音波診断装置において、

前記画像処理部は、前記補間画素から前記方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施可能であって、

前記画像処理部によって生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像を表示する表示部を備え、

前記画像処理部は、前記斜め線検出補間処理を実行して超音波診断画像データを生成するとともに、前記水平補間処理を実行して超音波診断画像データを生成し、

前記表示部は、前記斜め線検出補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像と、前記水平補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像とを並べて表示することを特徴とする。

【0020】

請求項13に記載の発明は、プログラムであって、

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子を備えた超音波診断装置に設けられたコンピュータに、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理手段

として機能させ、

前記画像処理手段は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、前記補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、該抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、該算出結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする。

【0021】

請求項14に記載の発明は、プログラムであって、

被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する超音波探触子を備えた超音波診断装置に設けられたコンピュータに、

前記受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成し、該音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する画像処理手段

として機能させ、

前記画像処理手段は、前記補間画素から前記方位方向に所定範囲内に配置される前記音線データから、所定サイズのブロックに含まれる複数の画素からなる第1のブロック画素と、該第1のブロック画素における各画素にそれぞれ前記補間画素を中心として対称の位置関係にある複数の画素からなる第2のブロック画素との組合せを複数抽出し、該抽出したブロック画素の組合せ毎に前記第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と前記第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関を判定し、該判定結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、該選択した複数の画素を補間演算して前記補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、ジャギーを低減して信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1の実施の形態における超音波診断装置の外観構成を示す図である。

【図2】超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】補間画素データ生成部の機能的構成を示すブロック図である。

【図 4】第 1 の実施の形態における補間画素生成処理について説明するフローチャートである。

【図 5】第 1 の実施の形態における補間画素生成処理について説明するフローチャートである。

【図 6】輝度差分を算出するための画素の組合せについて説明する図である。

【図 7】第 1 の実施の形態において、補間画素の輝度を算出するために参照される画素について説明する図である。

【図 8】第 1 の実施の形態において、補間画素の輝度を算出するために参照される画素について説明する図である。

10

【図 9】補間画素の生成について説明する図である。

【図 10】補間画素の生成について説明する図である。

【図 11】補間画素の生成について説明する図である。

【図 12】補間画素の生成について説明する図である。

【図 13】補間画素の生成について説明する図である。

【図 14】補間画素の生成について説明する図である。

【図 15】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【図 16】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【図 17】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【図 18】第 1 の実施の形態における補間画素生成処理の他の例について説明するフローチャートである。

20

【図 19】第 1 の実施の形態における補間画素生成処理の他の例について説明するフローチャートである。

【図 20】第 2 の実施の形態におけるブロック画素について説明する図である。

【図 21】第 2 の実施の形態において、補間画素の輝度を算出するために参照される画素について説明する図である。

【図 22】第 2 の実施の形態における補間画素生成処理について説明するフローチャートである。

【図 23】第 2 の実施の形態における補間画素生成処理について説明するフローチャートである。

30

【図 24】ブロック別輝度差分算出処理について説明するフローチャートである。

【図 25】補間画素の生成について説明する図である。

【図 26】補間画素の生成について説明する図である。

【図 27】補間画素の生成について説明する図である。

【図 28】補間画素の生成について説明する図である。

【図 29】補間画素の生成について説明する図である。

【図 30】第 2 の実施の形態における補間画素生成処理の他の例について説明するフローチャートである。

【図 31】第 2 の実施の形態における補間画素生成処理の他の例について説明するフローチャートである。

40

【図 32】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【図 33】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【図 34】従来の画素の補間方法について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0025】

(第 1 の実施の形態)

50

本発明の第 1 の実施の形態に係る超音波診断装置 S は、図 1 及び図 2 に示すように、超音波診断装置本体 1 と超音波探触子 2 とを備えている。超音波探触子 2 は、図示しない生体等の被検体に対して超音波（送信超音波）を送信するとともに、この被検体で反射した超音波の反射波（反射超音波：エコー）を受信する。超音波診断装置本体 1 は、超音波探触子 2 とケーブル 3 を介して接続され、超音波探触子 2 に電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体に対して送信超音波を送信させるとともに、超音波探触子 2 にて受信した被検体内からの反射超音波に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号である受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。

【0026】

超音波探触子 2 は、圧電素子からなる振動子 2 a を備えており、この振動子 2 a は、例えば、方位方向（走査方向あるいは上下方向）に一次元アレイ状に複数配列されている。本実施の形態では、n 個（例えば、192 個）の振動子 2 a を備えた超音波探触子 2 を用いている。なお、振動子 2 a は、二次元アレイ状に配列されたものであってもよい。また、振動子 2 a の個数は、任意に設定することができる。また、本実施の形態では、超音波探触子 2 について、リニア電子スキュプロブを採用したが、電子走査方式あるいは機械走査方式の何れを採用してもよく、また、リニア走査方式、セクタ走査方式あるいはコンベックス走査方式の何れの方式を採用することもできる。

【0027】

超音波診断装置本体 1 は、例えば、図 2 に示すように、操作入力部 11 と、送信部 12 と、受信部 13 と、画像生成部 14 と、メモリ部 15 と、DSC（Digital Scan Converter）16 と、表示部 17 と、制御部 18 とを備えて構成されている。

【0028】

操作入力部 11 は、例えば、診断開始を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータの入力などを行うための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス、キーボード等を備えており、操作信号を制御部 18 に出力する。

【0029】

送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 にケーブル 3 を介して電気信号である駆動信号を供給して超音波探触子 2 に送信超音波を発生させる回路である。また、送信部 12 は、例えば、クロック発生回路、遅延回路、パルス発生回路を備えている。クロック発生回路は、駆動信号の送信タイミングや送信周波数を決定するクロック信号を発生させる回路である。遅延回路は、駆動信号の送信タイミングを振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を設定し、設定された遅延時間だけ駆動信号の送信を遅延させて送信超音波によって構成される送信ビームの集束を行うための回路である。パルス発生回路は、所定の周期で駆動信号としてのパルス信号を発生させるための回路である。

このように構成された送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、駆動信号を供給する複数の振動子 2 a を、超音波の送受信毎に所定数ずらしながら順次切り替え、出力の選択された複数の振動子 2 a に対して駆動信号を供給することにより走査を行う。

【0030】

受信部 13 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 からケーブル 3 を介して電気信号の受信信号を受信する回路である。受信部 13 は、例えば、増幅器、A/D 変換回路、整相加算回路を備えている。増幅器は、受信信号を、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に、予め設定された所定の増幅率で増幅させるための回路である。A/D 変換回路は、増幅された受信信号を A/D 変換するための回路である。整相加算回路は、A/D 変換された受信信号に対して、振動子 2 a 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成するための回路である。

【0031】

画像生成部 14 は、受信部 13 からの音線データに対して包絡線検波処理や対数増幅などを実施し、ダイナミックレンジやゲインの調整を行って輝度変換することにより、Bモード画像データを生成する。すなわち、Bモード画像データは、受信信号の強さを輝度によって表したものである。また、画像生成部 14 は、補間画素データ生成部 141 を備え

10

20

30

40

50

、補間を行う画素の位置を設定し、Bモード画像データに変換された音線データを補間して、設定された位置に補間画素データを生成する。

【0032】

補間画素データ生成部141は、図3に示すように、補間点左側ラインメモリ141aL、補間点右側ラインメモリ141aR、補間点左側輝度比較座標算出部141bL、補間点右側輝度比較座標算出部141bR、補間点左画素データ選択部141cL、補間点右画素データ選択部141cR、輝度差分算出部141d、輝度差分値記憶部141e、輝度差分最小位置検出部141f、補間参照画素選択部141g、係数乗算部141hL、141hR及び加算部141iを備えている。

【0033】

補間点左側ラインメモリ141aL及び補間点右側ラインメモリ141aRは、それぞれ、輝度変換された1音線分の音線データを、当該音線データを構成する各画素の位置を特定可能に保持する。補間点左側ラインメモリ141aLに保持された音線データと、補間点右側ラインメモリ141aRに保持された音線データとは、方位方向に隣接して配置される関係にある。

【0034】

補間点左側輝度比較座標算出部141bLは、設定された補間画素の位置（補間点）に基づき、補間点左側ラインメモリ141aLから輝度差分を判定するために参照する画素の位置を算出する。

また、補間点右側輝度比較座標算出部141bRは、設定された補間画素の補間点に基づき、補間点右側ラインメモリ141aRから輝度差分を判定するために参照する画素の位置を算出する。

【0035】

補間点左画素データ選択部141cLは、補間点左側輝度比較座標算出部141bLによって算出された位置の画素データを補間点左側ラインメモリ141aLから1つずつ読み出し、輝度差分算出部141dに出力する。第1の実施の形態では、補間画素の補間点を (x, y) とし、補間点左側ラインメモリ141aLに記憶された音線データ（すなわち、補間画素の左側に配置されることとなる音線データ）の位置が補間画素からx軸に-1ずれた位置に配置されるものであるとき、 $(x-1, y-3) \sim (x-1, y+3)$ の範囲にある画素データが読み出される。

また、補間点右画素データ選択部141cRは、補間点右側輝度比較座標算出部141bRによって算出された位置の画素データを補間点右側ラインメモリ141aRから1つずつ読み出し、輝度差分算出部141dに出力する。ここで補間点右側ラインメモリ141aRから読み出される画素データは、補間画素の補間点を (x, y) とし、補間点右側ラインメモリ141aRに記憶された音線データ（すなわち、補間画素の右側に配置されることとなる音線データ）の位置が補間画素からx軸に+1にずれた位置に配置されるものであるとき、補間点左側ラインメモリ141aLから読み出された一の画素データに対応する画素の位置に対し、補間点を中心として点対称の位置に配置される画素の画素データとなる。例えば、補間点左側ラインメモリ141aLから、 $(x-1, y-3)$ の位置の画素データが読み出され、輝度差分算出部141dに出力された場合、補間点右側ラインメモリ141aRから読み出され、輝度差分算出部141dに出力される画素データは、 $(x+1, y+3)$ の位置の画素データとなる。

【0036】

輝度差分算出部141dは、補間点左画素データ選択部141cL及び補間点右画素データ選択部141cRから入力された画素データから、これらの画素の輝度差分を算出し、輝度差分値記憶部141eに出力する。

【0037】

輝度差分値記憶部141eは、輝度差分算出部141dから入力した画素の輝度差分を、参照された画素の位置を示す座標情報とともに記憶する。すなわち、輝度差分値記憶部141eには、補間点左側ラインメモリ141aLの $(x-1, y-3)$ の位置の画素デ

10

20

30

40

50

ータと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y+3)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y-2)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y+2)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y-1)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y+1)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y+1)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y-1)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y+2)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y-2)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。また、同様に、輝度差分値記憶部 141 e には、補間点左側ラインメモリ 141 a L の $(x-1, y+3)$ の位置の画素データと、これと補間点を中心として点対称の位置関係にある、補間点右側ラインメモリ 141 a R の $(x+1, y-3)$ の位置の画素データとから算出された画素の輝度差分が、当該座標情報とともに記憶される。

【0038】

輝度差分最小位置検出部 141 f は、輝度差分値記憶部 141 e に記憶された画素の組合せ毎の輝度差分から、輝度差分が最小である画素の組合せを検出する。このとき、輝度差分最小位置検出部 141 f は、輝度差分が最小である画素の組合せが複数組存在するかどうかを判定し、複数組存在しない場合には、当該検出した画素の組合せにおける各画素の座標情報を補間参照画素選択部 141 g に出力する。また、輝度差分最小位置検出部 141 f は、輝度差分が最小である画素の組合せが複数組存在する場合には、当該複数組の画素の組合せのうち補間画素からの距離が最短である画素の組合せを抽出する。そして、輝度差分最小位置検出部 141 f は、補間画素からの距離が最短である画素の組合せが複数組あるかどうかを判定し、複数組存在しない場合には、当該補間画素からの距離が最短である画素の組合せにおける各画素の座標情報を補間参照画素選択部 141 g に出力する。また輝度差分最小位置検出部 141 f は、補間画素からの距離が最短である画素の組合せが複数組あると判定したときは、何れの画素から補間するかについての判断が困難であるとし、破たん処理として、補間画素の左右に隣接する各画素の座標情報を補間参照画素選択部 141 g に出力する。すなわち、破たん処理を行う場合、輝度差分最小位置検出部 141 f は、 $(x-1, y)$ と $(x+1, y)$ とを示す座標情報を補間参照画素選択部 141 g に出力する。

【0039】

補間参照画素選択部 141 g は、輝度差分最小位置検出部 141 f から入力した座標情報に対応する画素データを、補間点左側ラインメモリ 141 a L 及び補間点右側ラインメモリ 141 a R からそれぞれ読み出し、係数乗算部 141 h L, 141 h R に出力する。

【0040】

係数乗算部 141 h L, 141 h R は、入力した画素データの示す輝度値に対して $1/2$ した値をそれぞれ加算部 141 i に出力する。加算部 141 i は、係数乗算部 141 h L, 141 h R から入力した各輝度値を加算し、その結果を補間画素の輝度値を示す補間

画素データとして出力する。

【0041】

本実施の形態では、以上のようにして、斜め線検出補間による補間画素の輝度値の算出を行う。

【0042】

このようにして、画像生成部14にて生成されたBモード画像データは、メモリ部15に送信される。

【0043】

メモリ部15は、図2に示すように、例えば、DRAM (Dynamic Random Access Memory) などの半導体メモリによって構成されており、画像生成部14から送信されたBモード画像データをフレーム単位で記憶する。すなわち、メモリ部15は、フレーム単位により構成された超音波診断画像データとして記憶することができる。そして、記憶された超音波診断画像データは、制御部18の制御に従って、表示部17の表示画面のサイズに従って画像サイズが縮小され、DSC16に送信される。

【0044】

DSC16は、メモリ部15より受信した超音波診断画像データをテレビジョン信号の走査方式による画像信号に変換し、表示部17に出力する。

【0045】

表示部17は、LCD (Liquid Crystal Display)、CRT (Cathode-Ray Tube) ディスプレイ、有機EL (Electronic Luminescence) ディスプレイ、無機ELディスプレイ及びプラズマディスプレイ等の表示装置が適用可能である。表示部17は、DSC16から出力された画像信号に従って表示画面上に超音波診断画像の表示を行う。なお、表示装置に代えてプリンタ等の印刷装置等を適用してもよい。

【0046】

制御部18は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) を備えて構成され、ROMに記憶されているシステムプログラム等の各種処理プログラムを読み出してRAMに展開し、展開したプログラムに従って超音波診断装置Sの各部の動作を集中制御する。

ROMは、半導体等の不揮発メモリ等により構成され、超音波診断装置Sに対応するシステムプログラム及び該システムプログラム上で実行可能な各種処理プログラムや、各種データ等を記憶する。これらのプログラムは、コンピュータが読み取り可能なプログラムコードの形態で格納され、CPUは、当該プログラムコードに従った動作を逐次実行する。

RAMは、CPUにより実行される各種プログラム及びこれらプログラムに係るデータを一時的に記憶するワークエリアを形成する。

【0047】

次に、以上のようにして構成された超音波診断装置Sにおいて実行される補間画素生成処理について図4～図5を参照しながら説明する。この補間画素生成処理は、補間画素データ生成部141に入力された2つの音線データに基づいて補間画素データを生成するタイミングで実行される処理である。

【0048】

まず、制御部18は、図4に示すように、補間画素の生成位置を示す補間点(x, y)を設定する(ステップS101)。

そして、制御部18は、補間点左側ラインメモリ141aL及び補間点右側ラインメモリ141aRにおける画素データの読み出し位置をそれぞれ特定するための変数「i」に「-3」をセットする(ステップS102)。

【0049】

そして、制御部18は、補間点左側ラインメモリ141aLから読み出す画素データの座標を算出する(ステップS103)。この座標はL(x-1, y+i)によって求められる。例えば、変数「i」が「-3」である場合、算出される座標はL(x-1, y-3

10

20

30

40

50

）となる。

【0050】

そして、制御部18は、ステップS103において算出された座標における画素データを読み出す（ステップS104）。

【0051】

次に、制御部18は、補間点右側ラインメモリ141aRから読み出す画素データの座標を算出する（ステップS105）。この座標は $R(x+1, y-i)$ によって求められる。例えば、変数「i」が「-3」である場合、算出される座標は $R(x+1, y+3)$ となる。すなわち、ここで算出される座標は、ステップS103によって特定された座標とは、補間点 (x, y) を中心として点対称となる位置である。

10

【0052】

そして、制御部18は、ステップS105において算出された座標における画素データを読み出す（ステップS106）。

【0053】

次に、制御部18は、ステップS104及びステップS106においてそれぞれ読み出した画素データが示す画素の輝度の差分（輝度差分）を算出する（ステップS107）。より具体的には、制御部18は、補間点左側ラインメモリ141aLから読み出された画素データの示す輝度値から補間点右側ラインメモリ141aRから読み出された画素データの示す輝度値を引いた値の絶対値を求める。

【0054】

20

そして、制御部18は、算出された輝度差分を、ステップS104及びステップS106においてそれぞれ読み出した画素データの各座標情報に対応付けて輝度差分値記憶部141eに記憶する（ステップS108）。

【0055】

次に、制御部18は、変数「i」が「3」であるか否かを判定する（ステップS109）。すなわち、制御部18は、輝度差分の算出対象である全ての画素の組合せについて輝度差分の算出が完了したか否かを判定する。

制御部18は、輝度差分の算出対象である全ての画素の組合せについて輝度差分の算出が完了したと判定しないときは（ステップS109：N）、変数「i」に1をインクリメントした後（ステップS110）、ステップS103の処理を実行する。一方、制御部18は、輝度差分の算出対象である全ての画素の組合せについて輝度差分の算出が完了したと判定したときは（ステップS109：Y）、輝度差分値記憶部141eから輝度差分が最小である画素の組合せを検出する（ステップS111）。

30

【0056】

そして、制御部18は、図5に示すように、輝度差分が最小である画素の組合せが複数組存在するか否かを判定する（ステップS112）。制御部18は、輝度差分が最小である画素の組合せが複数組存在すると判定しないときは（ステップS112：N）、当該輝度差分が最小である画素の組合せを選択し、各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップS113）。

【0057】

40

一方、制御部18は、ステップS112において、輝度差分が最小である画素の組合せが複数組存在すると判定したときは（ステップS112：Y）、複数組存在する輝度差分が最小である画素の組合せの中に、補間点からの距離が最短である画素の組合せが複数組あるか否かを判定する（ステップS114）。制御部18は、補間点からの距離が最短である画素の組合せが複数組あると判定しないときは（ステップS114：N）、補間点からの距離が最短である画素の組合せを選択し、各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップS115）。

【0058】

一方、制御部18は、ステップS114において、補間点からの距離が最短である画素の組合せが複数組あると判定したときは（ステップS114：Y）、補間画素の左右に隣

50

接する各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップS116）。

【0059】

そして、制御部18は、ステップS113、ステップS115又はステップS116において取得された座標情報に対応する画素データを、補間点左側ラインメモリ141aL及び補間点右側ラインメモリ141aRからそれぞれ読み出す（ステップS117）。

【0060】

そして、制御部18は、読み出した画素データの示す各輝度値をそれぞれ $1/2$ し、その和を求めることにより、平均輝度を算出する（ステップS118）。

【0061】

そして、制御部18は、以上のような要領にて斜め線検出補間を実施することによって得られた平均輝度を補間画素の輝度値を示す補間画素データとして出力し（ステップS119）、この処理を終了する。

なお、本実施の形態では、変数「i」を「-3」から「3」までの範囲で変化させ、補間点左側ラインメモリ141aL及び補間点ラインメモリ141aRから、それぞれ7つつ画素データを読み出して輝度差分を算出するようにしたが、読み出す画素データの数（変数「i」を変化させる範囲）はこれに限定されるものではなく、読み出す画素データの数がそれぞれ3つ以上となる範囲で適宜設定すればよい。

【0062】

次に、以上のようにして構成された第1の実施の形態における補間画素データの生成過程について説明する。

【0063】

第1の実施の形態では、図6に示すように、補間画素の補間点（x，y）が設定されると、（x-1，y-3）の位置における画素L1の輝度と（x+1，y+3）の位置における画素R1の輝度との輝度差分、（x-1，y-2）の位置における画素L2の輝度と（x+1，y+2）の位置における画素R2の輝度との輝度差分、（x-1，y-1）の位置における画素L3の輝度と（x+1，y+1）の位置における画素R3の輝度との輝度差分、（x-1，y）の位置における画素L4の輝度と（x+1，y）の位置における画素R4の輝度との輝度差分、（x-1，y+1）の位置における画素L5の輝度と（x+1，y-1）の位置における画素R5の輝度との輝度差分、（x-1，y+2）の位置における画素L6の輝度と（x+1，y-2）の位置における画素R6の輝度との輝度差分、及び、（x-1，y+3）の位置における画素L7の輝度と（x+1，y-3）の位置における画素R7の輝度との輝度差分がそれぞれ算出される。そして、これら輝度差分が算出された画素の組合せから、輝度差分が最小である画素の組合せが検出され、当該検出された画素の組合せが、補間画素の輝度値を算出するために参照される画素となる。

【0064】

ここで、輝度差分の最小値を検出した結果、図7に示すように、画素L1の輝度及び画素R1の輝度の輝度差分と、画素L3の輝度及び画素R3の輝度の輝度差分とが等しい場合には、補間画素の輝度値を算出するために参照される画素は、補間点からより近い距離にある画素L3及び画素R3となる。

【0065】

また、輝度差分の最小値を検出した結果、図8に示すように、画素L2の輝度及び画素R2の輝度の輝度差分と、画素L6の輝度及び画素R6の輝度の輝度差分とが等しい場合には、これらの画素の組合せは何れも、輝度差分が最小である画素の組合せであって、補間点からの距離が最短であるので、平均輝度を算出するために参照される画素は画素L2と画素R2、及び、画素L6と画素R6の何れでもなく、画素L4及び画素R4となる。

【0066】

そして、音線データを取得して得られた図9に示すような画像データに対し、上述した要領にて補間画素を挿入する場合には、図10に示すように、黒点にて示される補間画素の輝度値は、矢印にて示される画素の輝度値を補間して得られる。その結果生成された超

10

20

30

40

50

音波診断画像データは、図 1 1 に示すように、灰色にて表れるアーチファクトが抑圧されてジャギーが低減され、斜め線によって表される境界部分が滑らかとなる。

【0067】

また、音線データを取得して得られた図 1 2 に示すような黑白画像の境界部分が鋸状であるような画像データにあっては、上述した要領にて補間画素を挿入すると、図 1 3 に示すような態様で補間画素の輝度値が得られる。なお、矢印が破線にて示されている補間画素は、輝度差分が最小である画素の組合せのうち補間点からの距離が最短である画素の組合せが複数組検出されたことにより、当該補間画素と方位方向に隣接する画素が参照されて輝度値が得られる。その結果、図 1 4 に示すような超音波診断画像データが得られる。

【0068】

一方、図 1 5 に示すような黑白画像の境界部分が鋸状であるような画像データに対し、図 1 6 に示すようにして水平方向に補間演算を行った場合には、図 1 7 に示すような超音波診断画像データが得られる。このように、図 1 4 に示される超音波診断画像データと図 1 7 に示される超音波診断画像データとを比較すると明らかなように、本実施の形態によれば、従来の水平方向線形補間演算を行うものに比べて、白黒画像の境界部分が鋸状等、不規則的に形状が変化するものであっても、灰色にて表れるアーチファクトが抑圧されているのがわかる。

【0069】

なお、本実施の形態では、補間画素の補間点から所定範囲にある画素について、補間点を中心として対称の位置関係にある画素の輝度差分を求め、輝度差分が最小である画素の組合せに対応する画素の輝度を補間して補間画素の輝度を求めるようにしたが、例えば、図 1 8 に示すように、輝度差分を求めるときに、補間点からの距離に応じた係数を乗じるようにし、補間点からの距離が近い画素の組合せほど、輝度差分が最小である画素の組合せとして選択されやすくなるように構成してもよい。

【0070】

ここで、図 1 8 を参照しながら、上述した第 1 の実施の形態における超音波診断装置 S において実行される補間画素生成処理の他の例について説明する。なお、図 1 8 に示される補間画素生成処理は、ステップ S 1 0 7 a が追加された点を除き、図 4 及び図 5 に示される処理と同様であるため、ステップ番号を共通にし、その説明を省略する。また、ステップ S 1 1 2 以降の処理については、図 5 を参照することとする。

【0071】

図 1 8 に示される補間画素生成処理において、制御部 1 8 は、上述したステップ S 1 0 7 の処理を実行した後、ステップ S 1 0 7 a において、ステップ S 1 0 7 にて算出された輝度差分に対し、補間点からの距離に応じた係数を乗じる（ステップ S 1 0 7 a）。例えば、図 6 に示すように、画素 L 1 と画素 R 1 との輝度差分、及び、画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分に対しては 1 を乗じる。また、画素 L 2 と画素 R 2 との輝度差分、及び、画素 L 6 と画素 R 6 との輝度差分に対しては $1/2$ を乗じる。また、画素 L 3 と画素 R 3 との輝度差分、及び、画素 L 5 と画素 R 5 との輝度差分に対しては $1/4$ を乗じる。また、画素 L 4 と画素 R 4 との輝度差分に対しては $1/8$ を乗じる。なお、輝度差分に対して乗じる係数は任意に設定することができる。

【0072】

また、本実施の形態では、上述した斜め線検出補間演算により補間画素の輝度値を得るように構成したが、例えば、図 1 9 に示すように、ユーザの設定に応じて、水平方向線形補間演算により補間画素の輝度値を取得して超音波診断画像データを生成し、これに基づいて超音波診断画像を表示することができるようにしてもよい。また、図 1 9 に示すように、斜め線検出補間演算により取得した補間画素により生成された超音波診断画像データと、水平方向線形補間演算により取得した補間画素により生成された超音波診断画像データとの両方を取得し、これらを同一画面上に並べて表示できるように構成してもよい。

【0073】

ここで、図 1 9 を参照しながら、上述した第 1 の実施の形態における超音波診断装置 S

10

20

30

40

50

において実行される補間画素生成処理の他の例について説明する。なお、図19に示される補間画素生成処理は、ステップS101a及びステップS120～ステップS124が追加された点以外は、図4及び図5に示される処理と同様であるため、ステップ番号を共通にし、その説明を省略する。また、ステップS112～ステップS119の処理については、図5を参照することとする。

【0074】

図19に示される補間画素生成処理において、制御部18は、上述したステップS101の処理を実行した後、ステップS101aにおいて、ユーザにより設定されたモードが斜め線検出補間処理モードか否かを判定する（ステップS101a）。ここで、ユーザにより設定されるモードは、例えば、ユーザによる操作入力部11の操作に応じて切り替えられる。モードの切り替えは、例えば、補間処理モードを直接変更するものであったり、診断部位の選択に応じて切り替えられるものであってもよい。

【0075】

制御部18は、斜め線検出補間処理モードであると判定したときは（ステップS101a：Y）、上述したステップS102～ステップS119の処理を順次実行する。一方、制御部18は、斜め線検出補間処理モードであると判定しないときは（ステップS101a：N）、ステップS120～ステップS123の処理を順次実行した後、ステップS124の処理に移行する。なお、ステップS120～ステップS123の各処理は、図5において上述したステップS116～ステップS119の各処理と同様なので、説明を省略する。

【0076】

制御部18は、ステップS124において、斜め線検出補間処理によって得られた補間画素によって構成される超音波診断画像と、水平方向線形補間処理によって得られた補間画素によって構成される超音波診断画像とを並べて表示する比較表示モードであるか否かを判定する（ステップS124）。

【0077】

制御部18は、比較表示モードであると判定しないときは（ステップS124：N）、この処理を終了する。一方、制御部18は、比較表示モードであると判定したときは（ステップS124：Y）、ステップS102以降の処理を順次実行し、斜め線検出補間による補間画素をさらに生成する。

【0078】

なお、図19に示される補間画素生成処理においても、図18において説明したような要領にて、算出した輝度差分に補間点からの距離に応じた係数を乗じ、その結果に基づいて輝度差分が最小である画素の組合せを検出するようにしてもよい。

【0079】

また、水平方向線形補間によって水平方向での補間演算を行ったが、補間方法はこれに限定されず、例えば、キュービック補間法や最近傍法等を採用してもよい。

【0080】

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、本発明の第2の実施の形態におけるハードウェア構成は、第1の実施の形態と同様であるため、図1～図3を参照して、同一の機能・構成については詳しい説明を省略し、相異なる部分のみ説明する。

【0081】

上述した第1の実施の形態では、輝度差分を1組の画素毎に求めて、輝度差分が最小である画素の組合せを検出することにより、補間演算を行うときの参照とする画素を選択するようにしている。ところが、第1の実施の形態では、例えば、ノイズの影響や、生成された音線データの態様によっては、輝度差分は最小であるが、実際の画像においては相関の低い画素の組合せが補間演算を行うときの参照とする画素として選択されることがあり、適切な補間演算を行うことができない場合がある。

そこで、第2の実施の形態では、輝度差分については1組の画素毎に求めるが、後述す

10

20

30

40

50

るように、所定サイズのブロックの組合せを複数設定し、設定したブロックの組合せ毎に輝度差分の総和を求め、輝度差分の総和が最小であるブロックの組合せを検出し、検出結果に基づいて補間演算を行うときの参照とする画素を選択する。

【0082】

第2の実施の形態では、図3に示すように、補間点左側輝度比較座標算出部141bL及び補間点左画素データ選択部141cLは、補間画素の補間点が (x, y) であるとき、 $(x-1, y-4) \sim (x-1, y+4)$ の範囲で、補間点左側ラインメモリ141aLから画素データを読み出す。また、補間点右側輝度比較座標算出部141bR及び補間点右画素データ選択部141cRも同様に、 $(x+1, y-4) \sim (x+1, y+4)$ の範囲で、補間点右側ラインメモリ141aRから画素データを読み出す。

10

【0083】

そして、輝度差分最小位置検出部141fは、補間点左側ラインメモリ141aLにおける画素データから所定サイズのブロックを構成するブロック画素を設定するとともに、このブロック画素に対応して、補間点右側ラインメモリ141aRにおける画素データから所定サイズのブロックを構成するブロック画素を設定してこれらのブロック画素を組合せる。そして、このようなブロック画素の組合せを複数設定する。

【0084】

具体的には、図20(A)に示すように、ブロック画素のサイズを 1×3 とした場合、 $(x-1, y-4)$ の位置における画素L1、 $(x-1, y-3)$ の位置における画素L2及び $(x-1, y-2)$ の位置における画素L3をブロック画素ALとして設定するとともに、 $(x+1, y-4)$ の位置における画素R1、 $(x+1, y-3)$ の位置における画素R2及び $(x+1, y-2)$ の位置における画素R3をブロック画素ARとして設定する。

20

【0085】

また、図20(B)に示すように、 $(x-1, y-3)$ の位置における画素L2、 $(x-1, y-2)$ の位置における画素L3及び $(x-1, y-1)$ の位置における画素L4をブロック画素BLとして設定するとともに、 $(x+1, y-3)$ の位置における画素R2、 $(x+1, y-2)$ の位置における画素R3及び $(x+1, y-1)$ の位置における画素R4をブロック画素BRとして設定する。

【0086】

また、図20(C)に示すように、 $(x-1, y-2)$ の位置における画素L3、 $(x-1, y-1)$ の位置における画素L4及び $(x-1, y)$ の位置における画素L5をブロック画素CLとして設定するとともに、 $(x+1, y-2)$ の位置における画素R3、 $(x+1, y-1)$ の位置における画素R4及び $(x+1, y)$ の位置における画素R5をブロック画素CRとして設定する。

30

【0087】

また、図20(D)に示すように、 $(x-1, y-1)$ の位置における画素L4、 $(x-1, y)$ の位置における画素L5及び $(x-1, y+1)$ の位置における画素L6をブロック画素DLとして設定するとともに、 $(x+1, y-1)$ の位置における画素R4、 $(x+1, y)$ の位置における画素R5及び $(x+1, y+1)$ の位置における画素R6をブロック画素DRとして設定する。

40

【0088】

また、図20(E)に示すように、 $(x-1, y)$ の位置における画素L5、 $(x-1, y+1)$ の位置における画素L6及び $(x-1, y+2)$ の位置における画素L7をブロック画素ELとして設定するとともに、 $(x+1, y)$ の位置における画素R5、 $(x+1, y+1)$ の位置における画素R6及び $(x+1, y+2)$ の位置における画素R7をブロック画素ERとして設定する。

【0089】

また、図20(F)に示すように、 $(x-1, y+1)$ の位置における画素L6、 $(x-1, y+2)$ の位置における画素L7及び $(x-1, y+3)$ の位置における画素L8

50

をブロック画素 F L として設定するとともに、 $(x+1, y-1)$ の位置における画素 R 6、 $(x+1, y-2)$ の位置における画素 R 7 及び $(x+1, y-3)$ の位置における画素 R 8 をブロック画素 F R として設定する。

【0090】

また、図 20 (G) に示すように、 $(x-1, y+2)$ の位置における画素 L 7、 $(x-1, y+3)$ の位置における画素 L 8 及び $(x-1, y+4)$ の位置における画素 L 9 をブロック画素 G L として設定するとともに、 $(x+1, y-2)$ の位置における画素 R 7、 $(x+1, y-3)$ の位置における画素 R 8 及び $(x+1, y-4)$ の位置における画素 R 9 をブロック画素 G R として設定する。

【0091】

そして、輝度差分最小位置検出部 141 f は、上述のようにして設定されたブロック画素 A L とブロック画素 A R との組合せ、ブロック画素 B L とブロック画素 B R との組合せ、ブロック画素 C L とブロック画素 C R との組合せ、ブロック画素 D L とブロック画素 D R との組合せ、ブロック画素 E L とブロック画素 E R との組合せ、ブロック画素 F L とブロック画素 F R との組合せ、及び、ブロック画素 G L とブロック画素 G R との組合せについて、それぞれ、各画素の組合せ毎の輝度差分の総和を算出する。

【0092】

具体的には、例えば、ブロック画素 A L とブロック画素 A R との組合せにおいては、図 20 (A) に示すように、画素 L 1 と画素 R 1 との輝度差分、画素 L 2 と画素 R 2 との輝度差分及び画素 L 3 と画素 R 3 との輝度差分の総和を求める。

【0093】

また、ブロック画素 B L とブロック画素 B R との組合せにおいては、図 20 (B) に示すように、画素 L 2 と画素 R 2 との輝度差分、画素 L 3 と画素 R 3 との輝度差分及び画素 L 4 と画素 R 4 との輝度差分の総和を求める。

【0094】

また、ブロック画素 C L とブロック画素 C R との組合せにおいては、図 20 (C) に示すように、画素 L 3 と画素 R 3 との輝度差分、画素 L 4 と画素 R 4 との輝度差分及び画素 L 5 と画素 R 5 との輝度差分の総和を求める。

【0095】

また、ブロック画素 D L とブロック画素 D R との組合せにおいては、図 20 (D) に示すように、画素 L 4 と画素 R 4 との輝度差分、画素 L 5 と画素 R 5 との輝度差分及び画素 L 6 と画素 R 6 との輝度差分の総和を求める。

【0096】

また、ブロック画素 E L とブロック画素 E R との組合せにおいては、図 20 (E) に示すように、画素 L 5 と画素 R 5 との輝度差分、画素 L 6 と画素 R 6 との輝度差分及び画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分の総和を求める。

【0097】

また、ブロック画素 F L とブロック画素 F R との組合せにおいては、図 20 (F) に示すように、画素 L 6 と画素 R 6 との輝度差分、画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分及び画素 L 8 と画素 R 8 との輝度差分の総和を求める。

【0098】

また、ブロック画素 G L とブロック画素 G R との組合せにおいては、図 20 (G) に示すように、画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分、画素 L 8 と画素 R 8 との輝度差分及び画素 L 9 と画素 R 9 との輝度差分の総和を求める。

【0099】

そして、輝度差分最小位置検出部 141 f は、これらのブロック画素の組合せから輝度差分の総和が最小であるものを検出する。そして、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せから、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素が選択される。

【0100】

10

20

30

40

50

より具体的には、図 2 1 (A) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 A L とブロック画素 A R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 2 と画素 R 2 が選択される。

【0101】

また、図 2 1 (B) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 B L とブロック画素 B R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 3 と画素 R 3 が選択される。

【0102】

また、図 2 1 (C) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 C L とブロック画素 C R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 4 と画素 R 4 が選択される。

【0103】

また、図 2 1 (D) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 D L とブロック画素 D R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 5 と画素 R 5 が選択される。

【0104】

また、図 2 1 (E) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 E L とブロック画素 E R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 6 と画素 R 6 が選択される。

【0105】

また、図 2 1 (F) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 F L とブロック画素 F R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 7 と画素 R 7 が選択される。

【0106】

また、図 2 1 (G) に示すように、検出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せがブロック画素 G L とブロック画素 G R との組合せの場合、補間画素 D の輝度値を算出するために参照される画素として、各ブロック画素の中央に配置された、画素 L 8 と画素 R 8 が選択される。

【0107】

輝度差分最小位置検出部 1 4 1 f は、以上のようにして画素が選択されると、選択された各画素の座標情報を補間参照画素選択部 1 4 1 g に出力する。なお、輝度差分最小位置検出部 1 4 1 f は、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せを複数抽出した場合には、複数抽出された輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せの中から、補間画素 D の補間点からの距離が最短であるブロック画素の組合せに対応する画素を選択する。さらに、輝度差分最小位置検出部 1 4 1 f は、抽出された輝度差分の総和が最小である複数のブロック画素の組合せのうち、補間画素 D からの距離が最短であるブロック画素の組合せが複数ある場合には、破たん処理を行い、第 1 の実施の形態において上述したように、補間画素 D の左右に隣接する各画素の座標情報を補間参照画素選択部 1 4 1 g に出力する。

【0108】

次に、第 2 の実施の形態における補間画素生成処理について図 2 2 ～図 2 3 を参照しながら説明する。この補間画素生成処理は、補間画素データ生成部 1 4 1 に入力された 2 つの音線データに基づいて補間画素データを生成するタイミングで実行される処理である。

【0109】

10

20

30

40

50

先ず、制御部 18 は、図 22 に示すように、補間画素の生成位置を示す補間点 (x , y) を設定する (ステップ S201)。

そして、制御部 18 は、補間点左側ラインメモリ 141aL 及び補間点右側ラインメモリ 141aR における画素データの読み出し位置をそれぞれ特定するための変数「 i 」に「-4」をセットする (ステップ S202)。

【0110】

そして、制御部 18 は、補間点左側ラインメモリ 141aL から読み出す画素データの座標を算出する (ステップ S203)。

【0111】

そして、制御部 18 は、ステップ S203 において算出された座標における画素データを読み出す (ステップ S204)。

10

【0112】

次に、制御部 18 は、補間点右側ラインメモリ 141aR から読み出す画素データの座標を算出する (ステップ S205)。

【0113】

そして、制御部 18 は、ステップ S205 において算出された座標における画素データを読み出す (ステップ S206)。

【0114】

次に、制御部 18 は、ステップ S204 及びステップ S206 においてそれぞれ読み出した画素データから輝度差分を算出する (ステップ S207)。

20

【0115】

そして、制御部 18 は、算出された輝度差分を、ステップ S204 及びステップ S206 においてそれぞれ読み出した画素データの各座標情報に対応付けて輝度差分値記憶部 141e に記憶する (ステップ S208)。

【0116】

次に、制御部 18 は、変数「 i 」が「4」であるか否かを判定する (ステップ S209)。

制御部 18 は、変数「 i 」が「4」であると判定しないときは (ステップ S209 : N)、変数「 i 」に 1 をインクリメントした後 (ステップ S210)、ステップ S203 の処理を実行する。一方、制御部 18 は、変数「 i 」が「4」であると判定したときは (ステップ S209 : Y)、ブロック別輝度差分算出処理を実行する (ステップ S211)。

30

【0117】

ここで、図 24 を参照しながら、ブロック別輝度差分算出処理について説明する。

【0118】

先ず、制御部 18 は、変数「 i 」に「-4」をセットする (ステップ S301)。

そして、制御部 18 は、輝度差分値記憶部 141e に記憶された輝度差分のうち、座標情報が ($x-1$, $y+i$) 及び ($x+1$, $y-i$) によって特定される輝度差分を読み出す (ステップ S302)。また、制御部 18 は、輝度差分値記憶部 141e に記憶された輝度差分のうち、座標情報が ($x-1$, $y+i+1$) 及び ($x+1$, $y-i-1$) によって特定される輝度差分を読み出す (ステップ S303)。また、制御部 18 は、輝度差分値記憶部 141e に記憶された輝度差分のうち、座標情報が ($x-1$, $y+i+2$) 及び ($x+1$, $y-i-2$) によって特定される輝度差分を読み出す (ステップ S304)。

40

【0119】

制御部 18 は、ステップ S302 ~ ステップ S304 において読み出された輝度差分の総和を算出する (ステップ S305)。すなわち、制御部 18 は、補間点左側ラインメモリ 141aL における画素データから 1×3 のブロックによって構成された画素データ群を左側ブロック画素として観念し、補間点右側ラインメモリ 141aR における画素データから 1×3 のブロックによって構成された画素データ群を右側ブロック画素として観念して、左側ブロック画素と右側ブロック画素とにおける輝度差分の総和を算出する。

【0120】

50

そして、制御部 18 は、算出した輝度差分の総和をブロック別に対応付けて所定の記憶領域に保持する（ステップ S 306）。保持する記憶領域は、例えば、制御部 18 における RAM や、輝度差分値記憶部 141e 等である。

【0121】

次に、制御部 18 は、変数「i」が「2」であるか否かを判定する（ステップ S 307）。制御部 18 は、変数「i」が「2」と判定しないときは（ステップ S 307：N）、変数「i」に 1 をインクリメントした後（ステップ S 308）、ステップ S 302 の処理を実行する。一方、制御部 18 は、変数「i」が「2」と判定したときは（ステップ S 307：Y）、この処理を終了する。

【0122】

制御部 18 は、ブロック別輝度差分算出処理を終了すると、図 22 に示すように、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せを検出する（ステップ S 212）。

【0123】

そして、制御部 18 は、図 23 に示すように、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せが複数組存在するか否かを判定する（ステップ S 213）。制御部 18 は、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せが複数組存在すると判定しないときは（ステップ S 213：N）、上述したように、当該輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せから、各ブロックの中央に配置された画素をそれぞれ選択し、各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップ S 214）。

【0124】

一方、制御部 18 は、ステップ S 213 において、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せが複数組存在すると判定したときは（ステップ S 213：Y）、複数存在する輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せの中から、補間点からの距離が最短であるブロック画素の組合せが複数組あるか否かを判定する（ステップ S 215）。制御部 18 は、補間点からの距離が最短であるブロック画素の組合せが複数組あると判定しないときは（ステップ S 215：N）、補間点からの距離が最短であるブロック画素の組合せから、各ブロックの中央に配置された画素をそれぞれ選択し、各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップ S 216）。

【0125】

一方、制御部 18 は、ステップ S 215 において、補間点からの距離が最短であるブロック画素の組合せが複数組あると判定したときは（ステップ S 215：Y）、補間画素の左右に隣接する各画素にそれぞれ対応する画素データの座標情報を取得する（ステップ S 217）。

【0126】

そして、制御部 18 は、ステップ S 214、ステップ S 216 又はステップ S 217 において取得された座標情報に対応する画素データを、補間点左側ラインメモリ 141aL 及び補間点右側ラインメモリ 141aR からそれぞれ読み出す（ステップ S 218）。

【0127】

そして、制御部 18 は、読み出した画素データの示す各輝度値をそれぞれ $1/2$ し、その和を求めることにより、平均輝度を算出する（ステップ S 219）。

【0128】

そして、制御部 18 は、以上のような要領にて斜め線検出補間を実施することによって得られた平均輝度を補間画素の輝度値を示す補間画素データとして出力し（ステップ S 220）、この処理を終了する。

【0129】

次に、以上のようにして構成された第 2 の実施の形態における補間画素データの生成過程について説明する。

【0130】

例えば、図 25（A）に示すように、画素 L1 の輝度が 255 で、画素 L2 の輝度が 255 で、画素 L3 の輝度が 1 で、画素 L4 の輝度が 1 で、画素 L5 の輝度が 0 で、画素 L

10

20

30

40

50

6の輝度が1で、画素L7の輝度が0で、画素L8の輝度が0で、画素L9の輝度が0である各画素データを含む音線データと、画素R1の輝度が0で、画素R2の輝度が255で、画素R3の輝度が0で、画素R4の輝度が0で、画素R5の輝度が1で、画素R6の輝度が0で、画素R7の輝度が1で、画素R8の輝度が255で、画素R9の輝度が255である各画素データを含む音線データと、がそれぞれ入力されたときにおける補間画素Dの輝度値を算出する過程について説明する。

【0131】

第1の実施の形態において上述した要領にて補間画素Dの輝度値を算出した場合は、図25(B)に示すように、輝度差分が最小である画素の組合せは、画素L2と画素R2となる。すると、補間画素Dの輝度値は、画素L2の輝度255と、画素R2の輝度255との平均により求められるので、255となる。しかしながら、補間画素Dの周辺の画素の輝度値は0及び1であり、黒又はこれに近似する画素であるため、補間画素Dは正しく補間されて輝度値が算出された画素でない可能性が高い。

10

【0132】

一方、第2の実施の形態において上述した要領にて補間画素Dの輝度値を算出した場合は、図26(H)に示すように、画素L3と画素R3が補間演算において参照とされる画素となる。

【0133】

より具体的には、まず、ブロック画素ALとブロック画素ARとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素ALとブロック画素ARとの輝度差分の総和は、図26(A)に示すように、画素L1と画素R1との輝度差分「 $255 - 0 = 255$ 」、画素L2と画素R2との輝度差分「 $255 - 255 = 0$ 」、及び、画素L3と画素R3との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」の総和の「256」となる。

20

【0134】

次に、ブロック画素BLとブロック画素BRとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素BLとブロック画素BRとの輝度差分の総和は、図26(B)に示すように、画素L2と画素R2との輝度差分「 $255 - 255 = 0$ 」、画素L3と画素R3との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、及び、画素L4と画素R4との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」の総和の「2」となる。

【0135】

次に、ブロック画素CLとブロック画素CRとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素CLとブロック画素CRとの輝度差分の総和は、図26(C)に示すように、画素L3と画素R3との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、画素L4と画素R4との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、及び、画素L5と画素R5との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」の総和の「3」となる。

30

【0136】

次に、ブロック画素DLとブロック画素DRとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素DLとブロック画素DRとの輝度差分の総和は、図26(D)に示すように、画素L4と画素R4との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、画素L5と画素R5との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」、及び、画素L6と画素R6との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」の総和の「3」となる。

40

【0137】

次に、ブロック画素ELとブロック画素ERとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素ELとブロック画素ERとの輝度差分の総和は、図26(E)に示すように、画素L5と画素R5との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」、画素L6と画素R6との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、及び、画素L7と画素R7との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」の総和の「3」となる。

【0138】

次に、ブロック画素FLとブロック画素FRとの輝度差分の総和を算出する。ブロック画素FLとブロック画素FRとの輝度差分の総和は、図26(F)に示すように、画素L

50

6 と画素 R 6 との輝度差分「 $1 - 0 = 1$ 」、画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」、及び、画素 L 8 と画素 R 8 との輝度差分「 $0 - 255 = -255$ (255)」の総和の「257」となる。

【0139】

次に、ブロック画素 G L とブロック画素 G R との輝度差分の総和を算出する。ブロック画素 G L とブロック画素 G R との輝度差分の総和は、図 26 (G) に示すように、画素 L 7 と画素 R 7 との輝度差分「 $0 - 1 = -1$ (1)」、画素 L 8 と画素 R 8 との輝度差分「 $0 - 255 = -255$ (255)」、及び、画素 L 9 と画素 R 9 との輝度差分「 $0 - 255 = -255$ (255)」の総和の「511」となる。

【0140】

以上より、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せとして、ブロック画素 B L とブロック画素 B R が抽出される。その結果、画素 L 3 の輝度値「1」と画素 R 3 の輝度値「0」とが補間され、補間画素 D の画素値は「0.5」となる。これにより、相関の強い画素をより確実に抽出することができ、より正確な補間演算を行うことができる。

【0141】

第 2 の実施の形態において、音線データを取得して得られた図 27 に示すような画像データに対し、上述した要領にて補間画素を挿入すると、図 28 に示すように、黒点にて示される補間画素の輝度値は、矢印にて示される画素の輝度値を補間して得られる。その結果生成された超音波診断画像データは、図 29 に示すように、灰色にて表れるアーチファクトが抑圧され、図 34 に示されるような、水平方向線形補間によって補間画素の輝度値を得るようにした従来のものよりも、ジャギーが低減されているのがわかる。

【0142】

第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態に比べ、ノイズの影響による誤補間を低減できるので、例えば、ノイズの発生しやすい、深部の超音波診断画像データや T H I (Tissue Harmonic Imaging) 等の高調波成分によって超音波診断画像データを生成するものに対して特に効果的である。

【0143】

なお、本実施の形態では、ブロック画素のサイズを 1×3 としたが、ブロック画素のサイズは任意に設定してもよい。例えば、補間画素に隣接する音線データのみに限らず、これらの音線データに隣接する音線データに含まれる各画素データを輝度差分の総和を求める対象に含めるようにしてもよい。すなわち、ブロック画素のサイズを 2×3 や 3×3 とするなど、方位方向に拡大させて構成してもよい。また、ブロック画素の距離方向のサイズを奇数としたが、偶数であってもよい。また、ブロックのサイズをユーザの任意の設定、診断する部位、あるいは、表示条件等に応じて変更できるようにしてもよい。

【0144】

また、本実施の形態において、ブロック画素を構成する複数の画素の一部又は全部の輝度値の平均をブロック画素毎に求め、ブロック画素間で平均値の差分を算出し、平均値の差分が最小であるブロック画素の組合せに基づいて補間演算を行う際の参照の対象とする画素を抽出するようにしてもよい。

【0145】

また、本実施の形態では、補間画素の輝度値を得るために補間演算を行う際の参照の対象とする画素を、ブロック画素の中央に配置された画素の輝度値としたが、他の画素を参照するようにしてもよい。また、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せにおける、各ブロック画素の中央に配置された画素の輝度値を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、ブロック画素を構成する各画素の輝度値の平均をブロック画素毎に求め、ブロック画素間で輝度値の平均を補間して補間画素の輝度値を得るようにしてもよい。

【0146】

また、第 2 の実施の形態においても、画素の組合せ毎の輝度差分を求めるときに、補間点からの位置に応じた係数を乗じるようにし、補間点からの距離が近い画素の組合せほど輝度差分が小さくなり、その結果、補間点からの距離が近いブロック画素の組合せである

10

20

30

40

50

ほど、最小であるブロック画素の組合せとして選択されやすくなるように構成してもよい。

【0147】

ここで、図30を参照しながら、上述した第2の実施の形態における超音波診断装置Sにおいて実行される補間画素生成処理の他の例について説明する。なお、図30に示される補間画素生成処理は、ステップS207aが追加された点を除き、図22及び図23に示される処理と同様であるため、ステップ番号を共通にし、その説明を省略する。また、ステップS213以降の処理については、図23を参照することとする。

【0148】

図30に示される補間画素生成処理において、制御部18は、上述したステップS207の処理を実行した後、ステップS207aにおいて、ステップS207において算出された輝度差分に対し、補間点からの距離に応じた係数を乗じる（ステップS207a）。例えば、図20に示すように、画素L1と画素R1との輝度差分、画素L2と画素R2との輝度差分、画素L9と画素R9との輝度差分、及び、画素L8と画素R8との輝度差分に対しては1を乗じる。また、画素L3と画素R3との輝度差分、及び、画素L7と画素R7との輝度差分に対しては1/2を乗じる。また、画素L4と画素R4との輝度差分、及び、画素L6と画素R6との輝度差分に対しては1/4を乗じる。また、画素L5と画素R5との輝度差分に対しては1/8を乗じる。ここで、輝度差分に対して乗じる係数は任意に設定することができる。

【0149】

なお、図30において上述した実施の形態では、算出された画素の組合せ毎の輝度差分に対してそれぞれ係数を乗じるようにしたが、ブロック画素の組合せ毎に算出された輝度差分の総和に対し、補間点からの距離に応じた係数を乗じるようにしてもよい。

【0150】

また、本実施の形態では、上述した斜め線検出補間演算により補間画素の輝度値を得るように構成したが、例えば、図31に示すように、ユーザの設定に応じて、水平方向線形補間演算により補間画素の輝度値を取得して超音波診断画像データを生成し、これに基づいて超音波診断画像を表示することができるようにしてもよい。また、図31に示すように、斜め線検出補間演算により取得した補間画素により生成された超音波診断画像データと、水平方向線形補間演算により取得した補間画素により生成された超音波診断画像データとの両方を取得し、これらを同一画面上に並べて表示できるように構成してもよい。

【0151】

ここで、図31を参照しながら、上述した第2の実施の形態における超音波診断装置Sにおいて実行される補間画素生成処理の他の例について説明する。なお、図31に示される補間画素生成処理は、ステップS201a及びステップS221～ステップS225が追加された点以外は、図22及び図23に示される処理と同様であるため、ステップ番号を共通にし、その説明を省略する。また、ステップS213～ステップS220の処理については、図23を参照することとする。

【0152】

図31に示される補間画素生成処理において、制御部18は、上述したステップS201の処理を実行した後、ステップS201aにおいて、ユーザにより設定されたモードが斜め線検出補間処理モードか否かを判定する（ステップS201a）。

【0153】

制御部18は、斜め線検出補間処理モードであると判定したときは（ステップS201a：Y）、上述したステップS202～ステップS220の処理を順次実行する。一方、制御部18は、斜め線検出補間処理モードであると判定しないときは（ステップS201a：N）、ステップS221～ステップS224の処理を順次実行した後、ステップS225の処理に移行する。なお、ステップS221～ステップS224の各処理は、図23において上述したステップS217～ステップS220の各処理と同様なので、説明を省略する。

【0154】

制御部18は、ステップS225において、斜め線検出補間処理によって得られた補間画素によって構成される超音波診断画像と、水平方向線形補間処理によって得られた補間画素によって構成される超音波診断画像とを並べて表示する比較表示モードであるか否かを判定する（ステップS225）。

【0155】

制御部18は、比較表示モードであると判定しないときは（ステップS225：N）、この処理を終了する。一方、制御部18は、比較表示モードであると判定したときは（ステップS225：Y）、ステップS202以降の処理を順次実行し、斜め線検出補間による補間画素をさらに生成する。

【0156】

なお、図31に示される補間画素生成処理においても、図30において説明したような要領にて、算出した輝度差分に補間点からの距離に応じた係数を乗じ、その結果に基づいて輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せを検出するようにしてもよい。

【0157】

また、本実施形態においても、水平方向線形補間による補間演算に限らず、キュービック補間法や最近傍法等による補間演算を適用することができることは言うまでもない。

【0158】

以上説明したように、本発明の第1及び第2の実施の形態によれば、超音波探触子2は、被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する。そして、画像生成部14は、受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成する。そして、画像生成部14は、音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する。そして、画像生成部14は、補間画素から方位方向に所定範囲内に配置される音線データから、補間画素を中心として対称の位置関係にある画素の組合せを複数抽出し、抽出した画素の組合せ毎に輝度の差分を算出し、算出結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、選択した複数の画素を補間演算して補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行う。その結果、輝度の異なる画像の境界が斜め線によって形成されていても、補間画素を生成した場合に、境界部分が灰色等の中間輝度にて表れるアーチファクトが抑圧され、境界部分が滑らかに表れるので、ジャギーが低減され、信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。これにより、方位分解能が向上し、画素の補間を行っても、従来判別の困難であった被検体内の微小構造物等を明確に表すことが可能となる。

【0159】

また、本発明の第1の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、抽出した画素の組合せ毎に輝度差分を算出した結果、最も輝度の差分の小さい画素の組合せを選択する。そして、画像生成部14は、選択した画素の組合せを補間演算の参照とする複数の画素とする。その結果、相関の最も高いと考えられる画素の輝度を補間して補間画素を生成することができるので、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0160】

また、本発明の第1の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、最も輝度の差分の小さい画素の組合せが複数あるときは、当該最も輝度の差分の小さい画素の複数の組合せの中から、補間画素からの距離が最も短い画素の組合せを選択する。その結果、相関のより高いと考えられる画素を選択して、これらの画素の輝度を補間し、補間画素を生成することができるので、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0161】

また、本発明の第1の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、最も輝度の差分の小さい画素の組合せであって、補間画素からの距離が最も短い

10

20

30

40

50

画素の組合せが複数あるときは、補間画素と方位方向に隣接する画素を補間演算の参照とする複数の画素とする。その結果、何れの画素によって補間を行うか判断ができないような場合に、誤補間を防止して適切に処理をすることができ、かつ、より好ましい補間を行うことができるので、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0162】

また、本発明の第1及び第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、抽出した画素の組合せ毎の輝度の差分を算出するときに、補間画素からの距離に応じた係数を乗じる。その結果、画素の相関について誤検出されることが抑制されるので、誤補間を低減することができ、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

10

【0163】

また、本発明の第2の実施の形態によれば、超音波探触子2は、被検体を超音波ビームにて走査し、受信した超音波を受信信号に変換する。そして、画像生成部14は、受信信号から画像の輝度を示す輝度情報に変換した、距離方向に延びた複数の画素からなる音線データを生成する。そして、画像生成部14は、音線データにおいて方位方向に隣接配置される画素間に補間画素を挿入して超音波診断画像データを生成する。そして、画像生成部14は、補間画素から方位方向に所定範囲内に配置される音線データから、所定サイズのブロックに含まれる複数の画素からなる第1のブロック画素と、第1のブロック画素における各画素にそれぞれ補間画素を中心として対称の位置関係にある複数の画素からなる第2のブロック画素との組合せを複数抽出し、抽出したブロック画素の組合せ毎に第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関を判定し、判定結果に基づいて補間演算の参照とする複数の画素を選択し、選択した複数の画素を補間演算して補間画素の輝度を得る斜め線検出補間処理を行う。その結果、輝度の異なる画像の境界が斜め線によって形成されていても、補間画素を生成した場合に、境界部分が灰色等の中間輝度にて表れるアーチファクトが抑圧され、境界部分が滑らかに表れるので、ジャギーが低減され、信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。これにより、方位分解能が向上し、画素の補間を行っても、従来判別の困難であった被検体内の微小構造物等を明確に表すことが可能となる。また、ノイズの影響により画素の相関について誤検出されることが抑制されるので、より正確な補間処理を実施して補間画素を生成することができ、信頼性の一層高い超音波診断画像データを生成することができる。

20

30

【0164】

また、本発明の第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、第1のブロック画素における一の画素と補間画素を中心として対称の位置関係にある第2のブロック画素における一の画素との輝度の差分を画素毎に算出する。そして、画像生成部14は、算出した輝度の差分の総和を第1のブロック画素を構成する各画素の輝度と第2のブロック画素を構成する各画素の輝度との相関として算出する。そして、画像生成部14は、第1のブロック画素と第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せを選択する。そして、画像生成部14は、選択したブロック画素の組合せを構成する第1のブロック画素及び第2のブロック画素からそれぞれ補間演算の参照とする画素を選択する。その結果、相関の最も高いと考えられる画素の輝度を補間して補間画素を生成することができるので、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

40

【0165】

また、本発明の第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、第1のブロック画素と第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せが複数あるときは、当該第1のブロック画素と第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の複数の組合せの中から、補間画素から距離が最も短いブロック画素の組合せを選択する。その結果、相関のより高いと考えられる画素を選択して、これらの画素の輝度を補間し、補間画素を生成することができるので、

50

より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0166】

また、本発明の第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、第1のブロック画素と第2のブロック画素との輝度の差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せであって、補間画素からの距離が最も短いブロック画素の組合せが複数あるときは、補間画素と方位方向に隣接する画素を補間演算の参照とする複数の画素とする。その結果、何れの画素によって補間を行うか判断ができないような場合に、誤補間を防止して適切に処理をすることができ、かつ、より好ましい補間を行うことができるので、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0167】

また、本発明の第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、斜め線検出補間処理において、抽出したブロック画素の組合せ毎の輝度の差分の総和を算出するときに、補間画素からの距離に応じた係数を乗じる。その結果、ブロック画素の相関について誤検出されることが抑制されるので、誤補間を低減することができ、より信頼性の高い超音波診断画像データを生成することができる。

【0168】

また、本発明の第1及び第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、補間画素から方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施する。そして、制御部18は、画像生成部14に、画像生成部14は、斜め線検出補間処理と水平補間処理との何れの補間処理によって補間画素の輝度を得るかを選択する。そして、画像生成部14は、制御部18によって選択された補間処理により補間画素の輝度を得る。その結果、例えば、ユーザの任意の選択、診断の内容、あるいは、表示条件等に応じて補間処理を切り替えることができ、診断をより容易にすることができる。

【0169】

また、本発明の第1及び第2の実施の形態によれば、画像生成部14は、補間画素から方位方向に少なくとも隣接する画素を補間演算して補間画素の輝度を得る水平補間処理を実施する。そして、表示部17は、画像生成部14によって生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像を表示する。そして、画像生成部14は、斜め線検出補間処理を実行して超音波診断画像データを生成するとともに、水平補間処理を実行して超音波診断画像データを生成する。そして、表示部17は、斜め線検出補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像と、水平補間処理を実行して生成された超音波診断画像データに基づく超音波診断画像とを並べて表示する。その結果、補間方法の異なる超音波診断画像を比較して視認することができるので、例えば、アーチファクトであるか実際の反射体であるかの確認を行うことができるので、より正確な診断を行うことが可能となる。

【0170】

なお、本発明の実施の形態における記述は、本発明に係る超音波診断装置の一例であり、これに限定されるものではない。超音波診断装置を構成する各機能部の細部構成及び細部動作に関しても適宜変更可能である。

【0171】

また、第1の実施の形態では、輝度差分の最も小さい画素の組合せを選択し、これらの画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、輝度差分の最も小さい画素以外の2以上の画素を選択し、これらを補間して補間画素の輝度値を得るようにしてもよい。

【0172】

また、第1の実施の形態では、輝度差分が最小である画素の組合せが複数ある場合、補間点からの距離が最も短い画素の組合せを優先して選択し、これらを補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、補間点からの距離が最も短い画素の組合せを優先しないものとしてもよい。

【0173】

また、第1の実施の形態では、輝度差分が最小である画素の組合せが複数であって、補

10

20

30

40

50

間点からの距離が最も短い画素の組合せが2以上ある場合には、補間画素に隣接する画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、補間点からの距離が最も短い2以上の画素の組合せから何れか1つを選択し、これらを補間して補間画素の輝度値を得るようにしてもよい。

【0174】

また、第2の実施の形態では、輝度差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せを選択し、これらのブロック画素から一の画素をそれぞれ選択し、これらの画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、輝度差分の総和の最も小さいブロック画素の組合せ以外から補間を行うための画素を選択するようにしてもよい。

【0175】

また、第2の実施の形態では、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せが複数ある場合、補間点からの距離が最も短いブロック画素の組合せを優先して選択し、これらのブロック画素から一の画素をそれぞれ選択し、これらの画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、補間点からの距離が最も短いブロック画素の組合せを優先しないものとしてもよい。

【0176】

また、第2の実施の形態では、輝度差分の総和が最小であるブロック画素の組合せが複数であって、補間点からの距離が最も短いブロック画素の組合せが2以上ある場合には、補間画素に隣接する画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしたが、補間点からの距離が最も短い2以上のブロック画素の組合せから何れか1つを選択し、これらのブロック画素から一の画素をそれぞれ選択し、これらの画素を補間して補間画素の輝度値を得るようにしてもよい。

【0177】

また、輝度差分や輝度差分の総和を得るための音線データにおける探索範囲は、大きいほど相関の強い画素が検出できるので、明瞭な画像となる超音波診断画像データを生成することができるが、誤補間の可能性も大きくなるので、適正な範囲で設定するのが好ましい。

【0178】

また、第1及び第2の実施の形態では、音線データから2つの画素を選択し、これらを補間して得た輝度値を補間画素の輝度値としたが、3つ以上の画素を補間してこれを補間画素の輝度値とするようにしてもよい。

【0179】

また、本実施の形態では、本発明に係るプログラムのコンピュータ読み取り可能な媒体としてハードディスクや半導体の不揮発性メモリ等を使用した例を開示したが、この例に限定されない。その他のコンピュータ読み取り可能な媒体として、CD-ROM等の可搬型記録媒体を適用することが可能である。また、本発明に係るプログラムのデータを通信回線を介して提供する媒体として、キャリアウェーブ（搬送波）も適用される。

【符号の説明】

【0180】

- S 超音波診断装置
- 1 超音波診断装置本体
- 2 超音波探触子
- 2a 振動子
- 12 送信部
- 13 受信部
- 14 画像生成部
- 141 補間画素データ生成部
- 17 表示部
- 18 制御部

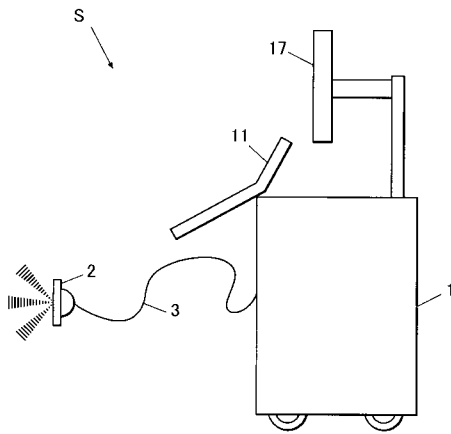
10

20

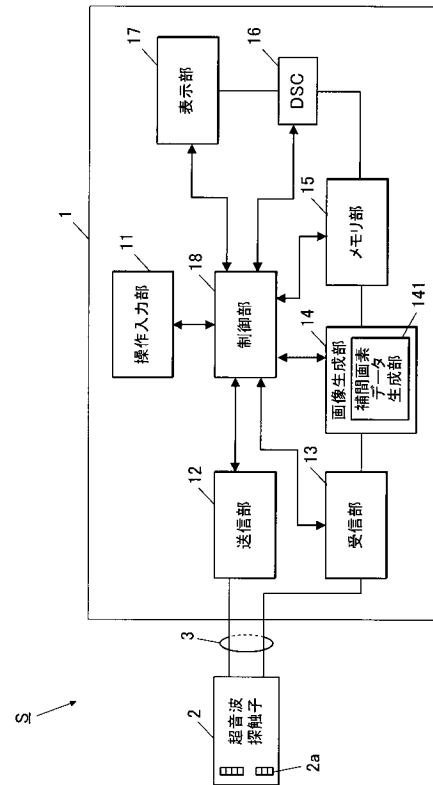
30

40

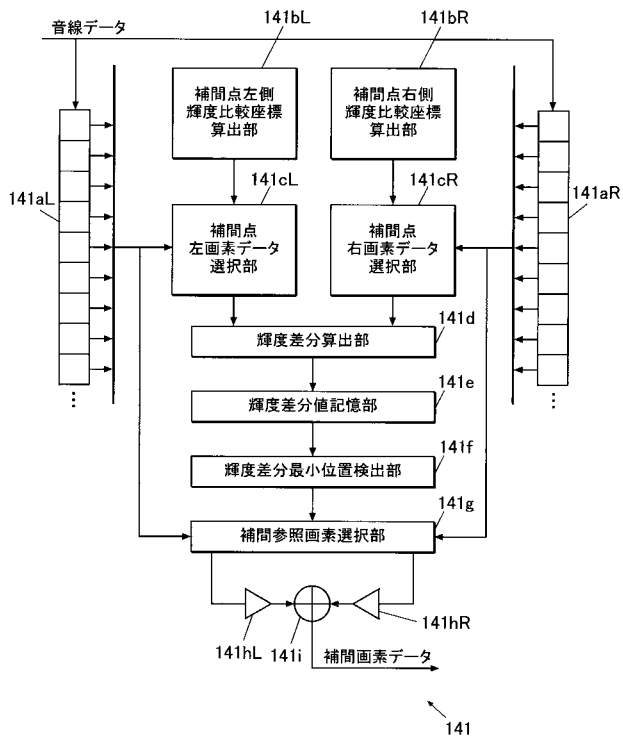
【図 1】



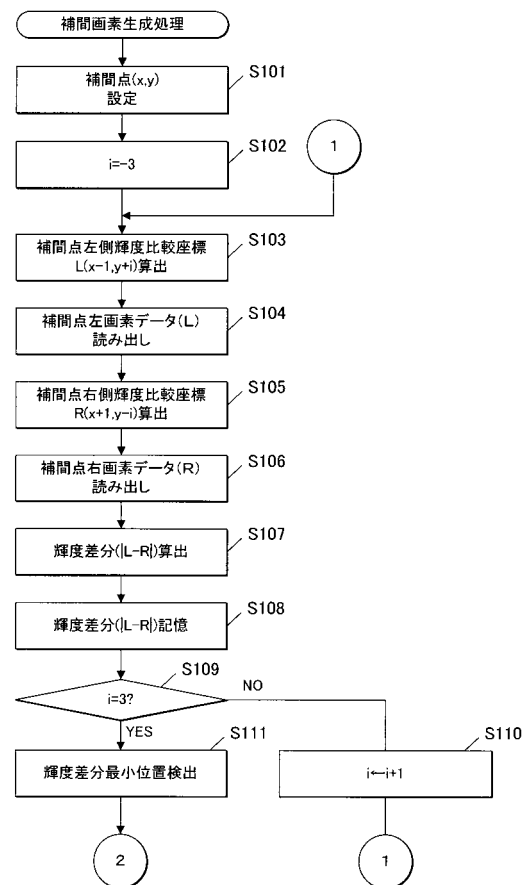
【図 2】



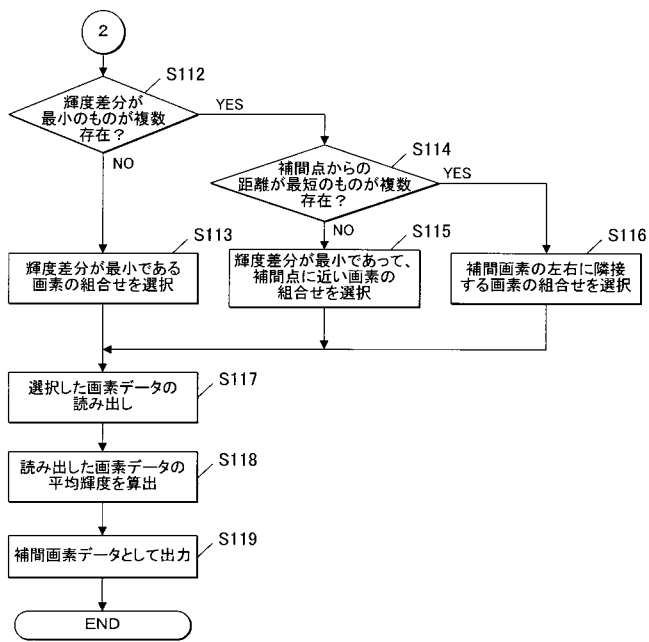
【図 3】



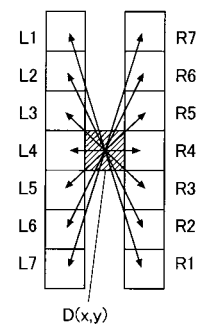
【図 4】



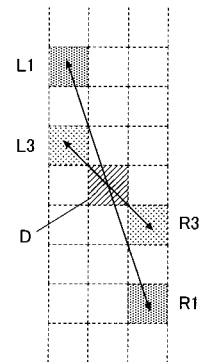
【図 5】



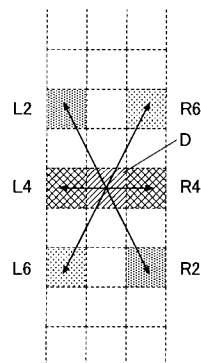
【図 6】



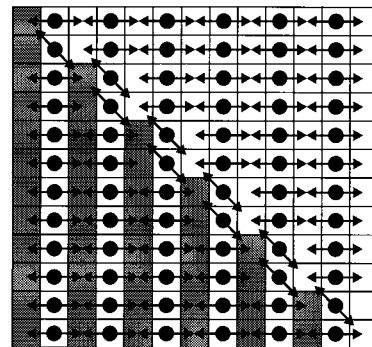
【図 7】



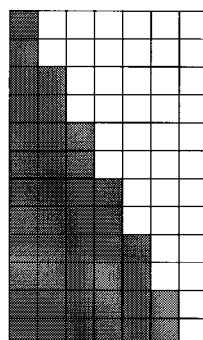
【図 8】



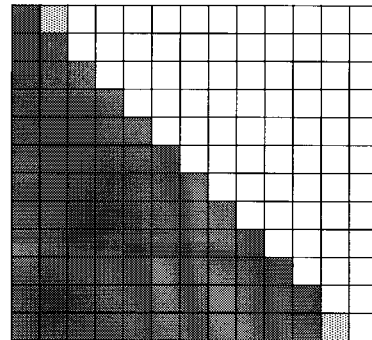
【図 10】



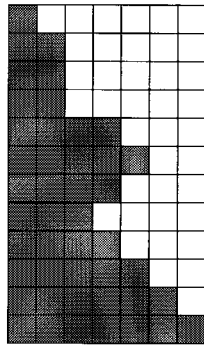
【図 9】



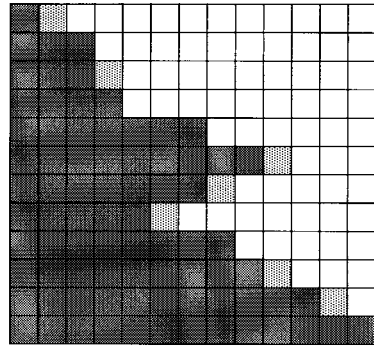
【図 11】



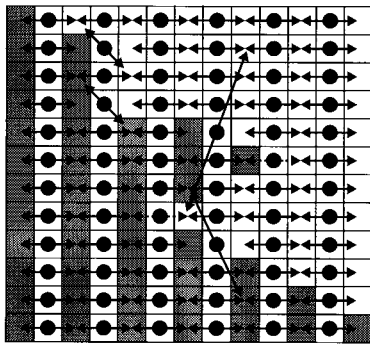
【図 1 2】



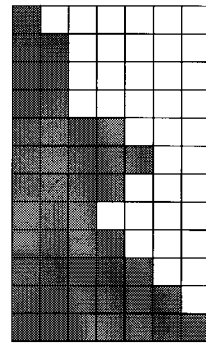
【図 1 4】



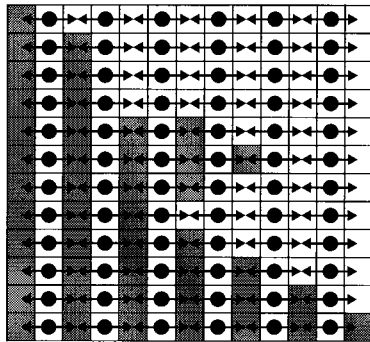
【図 1 3】



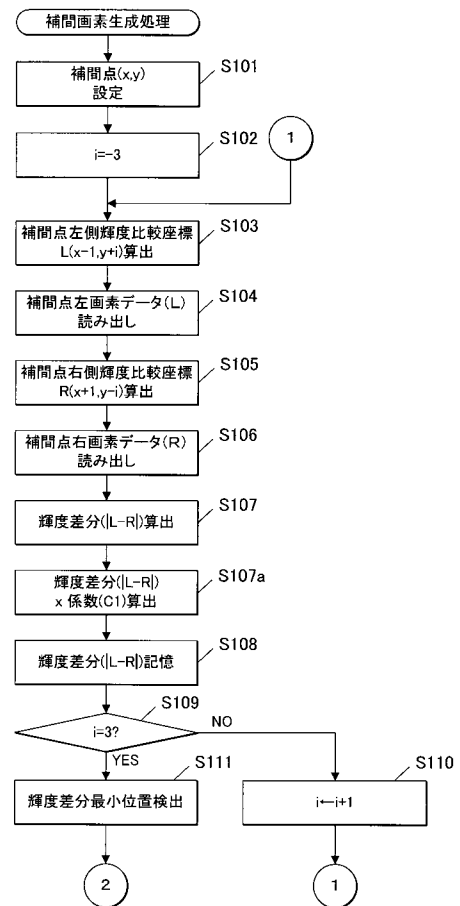
【図 1 5】



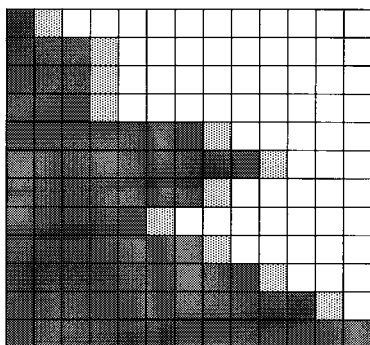
【図 1 6】



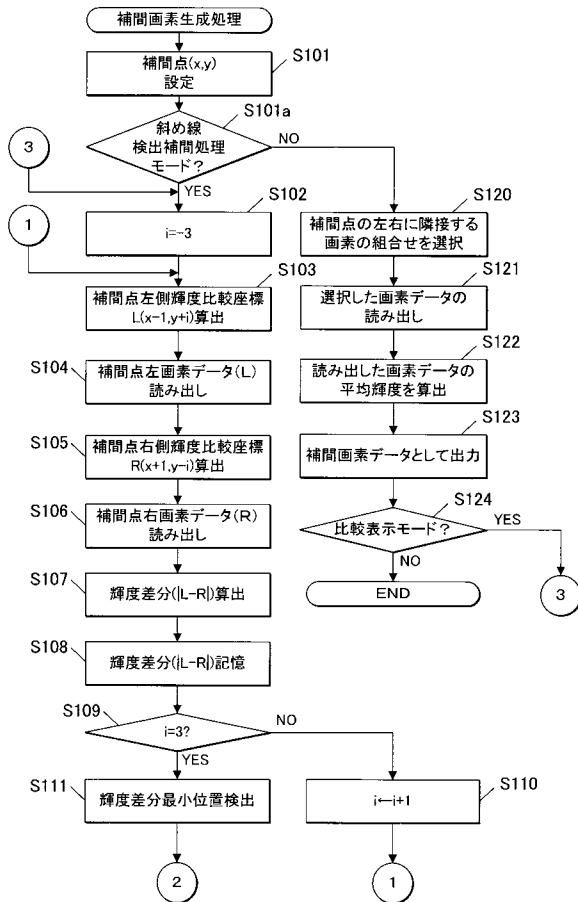
【図 1 8】



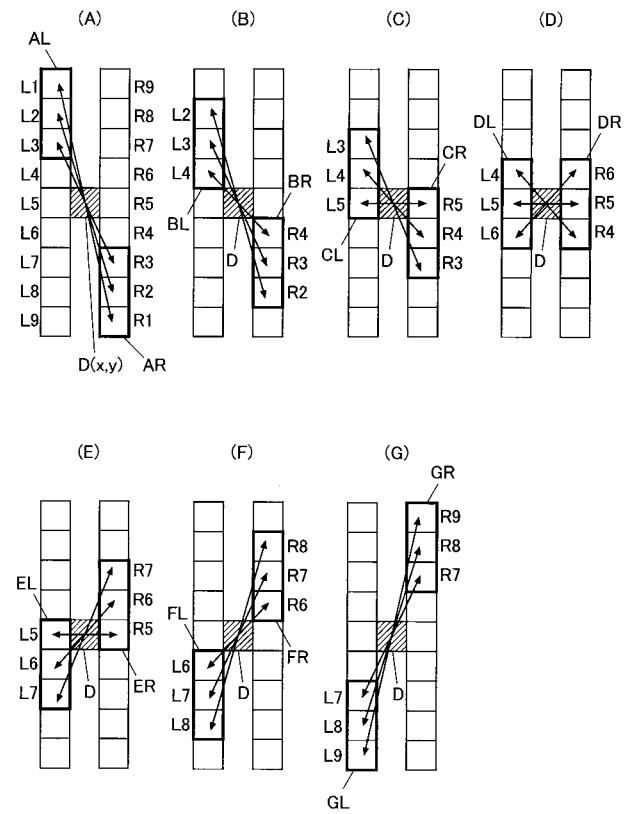
【図 1 7】



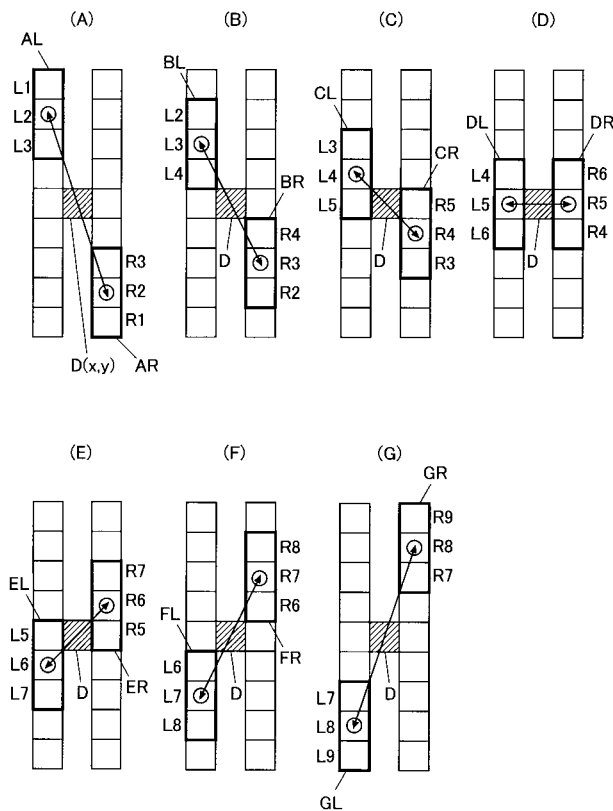
【図 19】



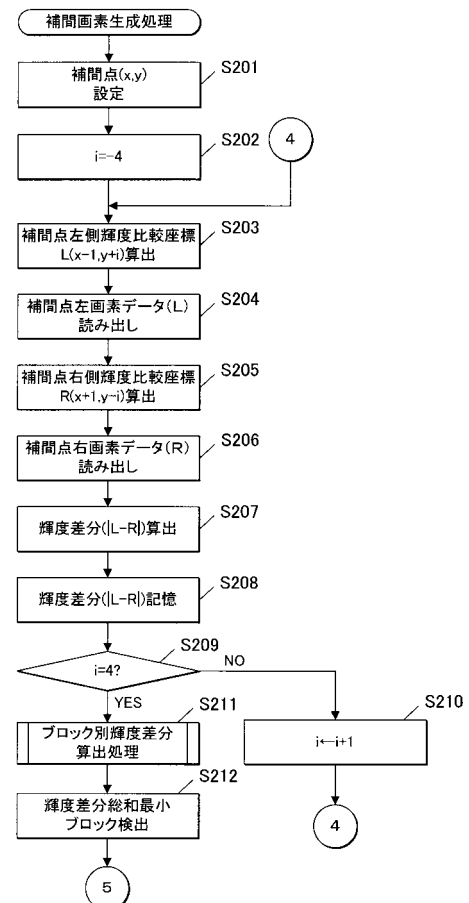
【図 20】



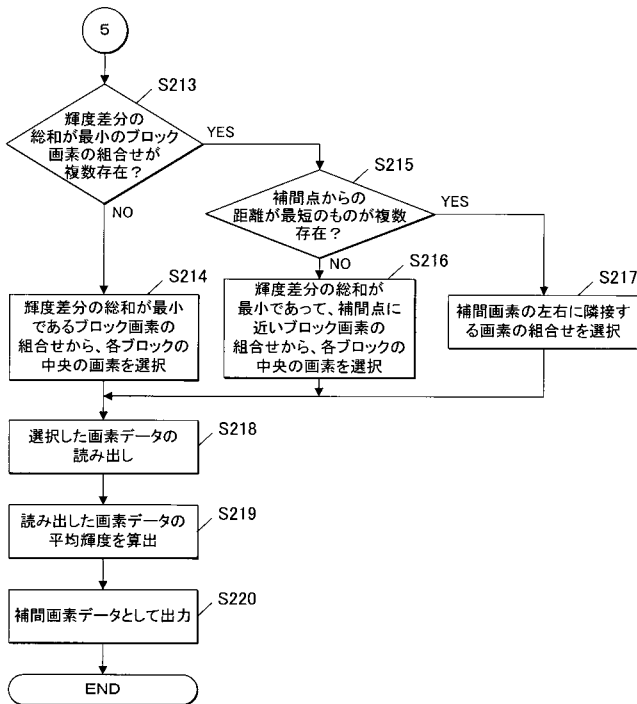
【図 21】



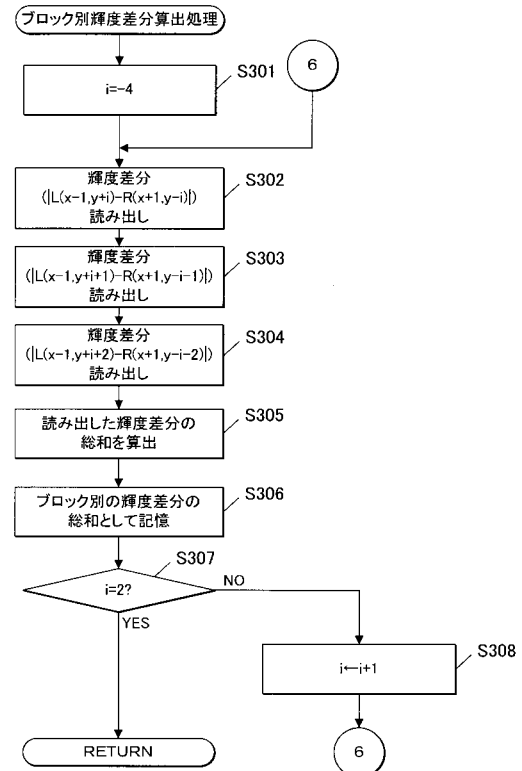
【図 22】



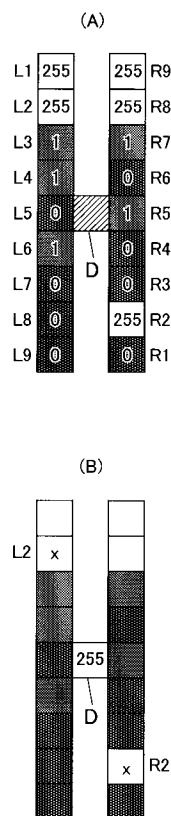
【 図 2 3 】



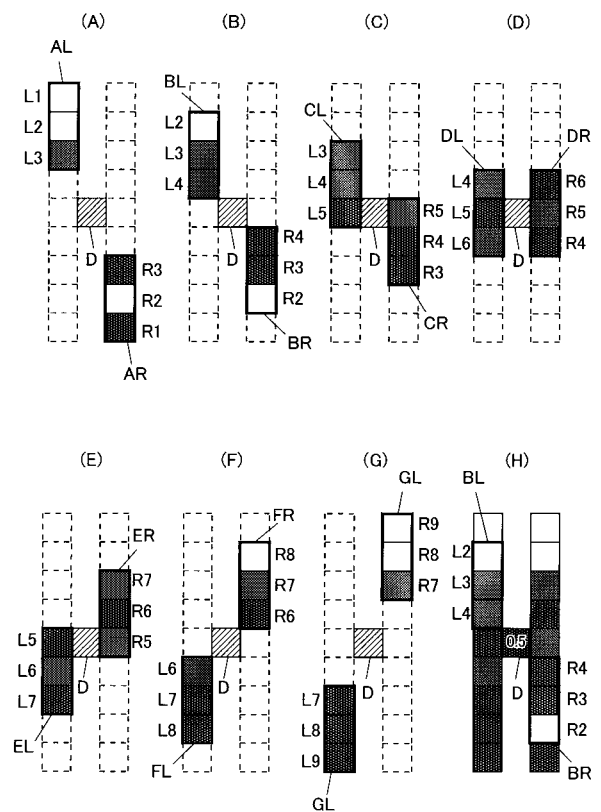
【図 24】



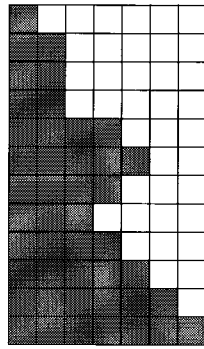
【図 25】



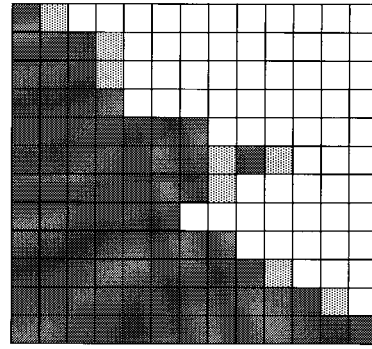
【図 2 6】



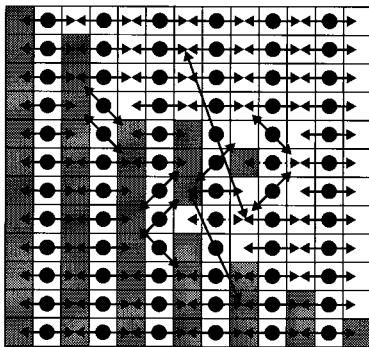
【図 27】



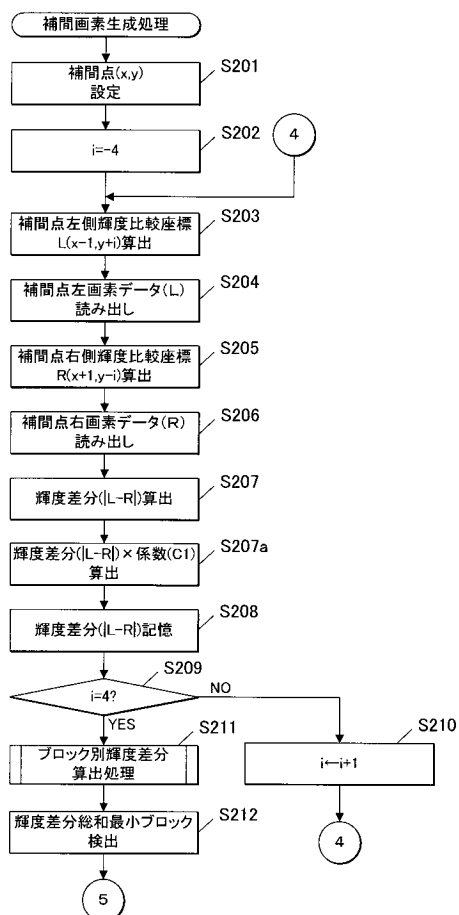
【図 29】



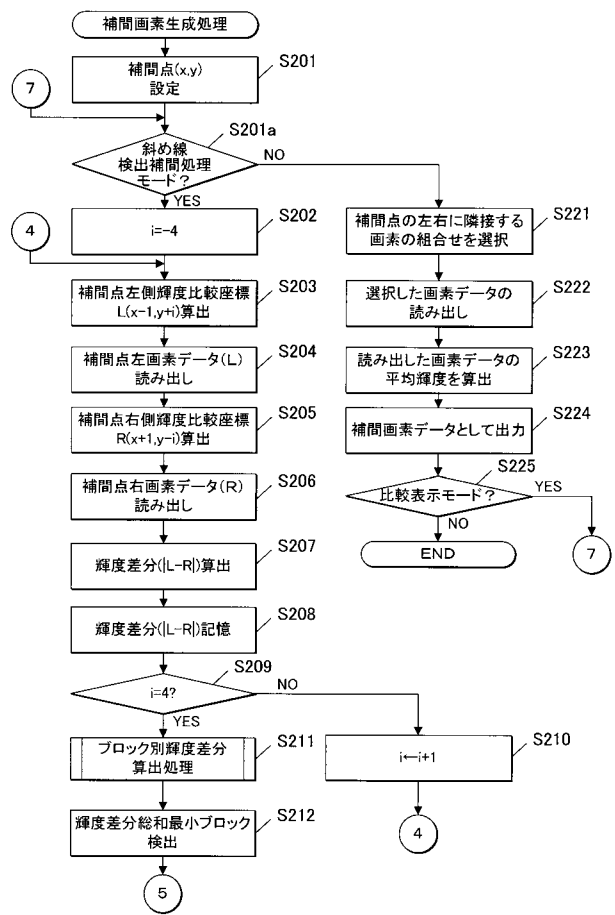
【図 28】



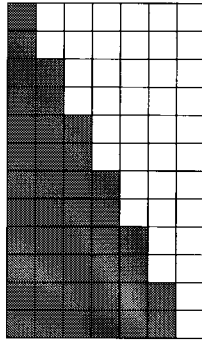
【図 30】



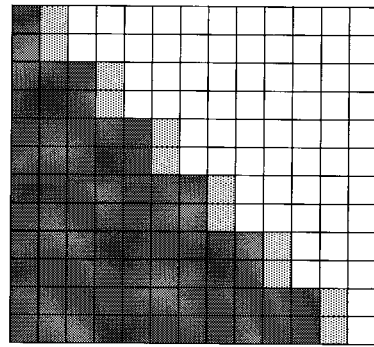
【図 31】



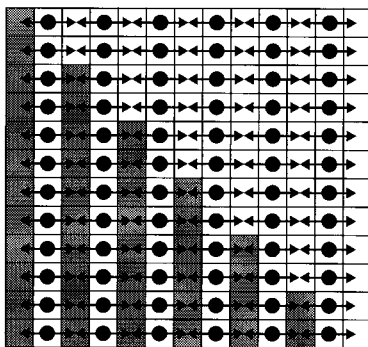
【図 3 2】



【図 3 4】



【図 3 3】



专利名称(译)	超声诊断设备和程序		
公开(公告)号	JP2012147883A	公开(公告)日	2012-08-09
申请号	JP2011007724	申请日	2011-01-18
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	加藤美樹		
发明人	加藤 美樹		
IPC分类号	A61B8/00 G06T1/00 G06T3/40		
FI分类号	A61B8/00 G06T1/00.290.D G06T3/40.P A61B8/14 G06T3/40.715 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/EE04 4C601/EE10 4C601/JB36 4C601/JB45 4C601/JB57 4C601/JC02 4C601/LL06 4C601/LL38 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CD06 5L096/BA13 5L096/CA18 5L096/DA01 5L096/EA39 5L096/FA32 5L096/FA34 5L096/FA39 5L096/FA66 5L096/FA69 5L096/GA07 5L096/GA19		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断装置和程序，其能够通过减少锯齿来生成高度可靠的超声波诊断图像数据。图像生成单元14生成包括在距离方向上延伸的多个像素的声线数据，该声线数据通过将接收到的信号转换成指示图像的亮度的亮度信息而获得。然后，图像生成单元14将内插像素插入在声线数据中在方位方向上彼此相邻布置的像素之间，以生成超声诊断图像数据。然后，图像生成单元14从在插值像素中沿方位角在预定范围内布置的声线数据中提取相对于插值像素具有对称位置关系的多个像素组合，并提取所提取的像素组合。计算每个像素的亮度差，基于计算结果选择多个像素作为插值计算的参考，对所选多个像素执行插值计算以获得插值像素的亮度。。[选择图]图2

