

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4251243号  
(P4251243)

(45) 発行日 平成21年4月8日(2009.4.8)

(24) 登録日 平成21年1月30日(2009.1.30)

(51) Int.Cl.

F I

G O 6 T 7/60 (2006.01)

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

G O 6 T 7/60 1 8 O A

A 6 1 B 5/05 3 8 O

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-335775	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成10年11月26日(1998.11.26)		株式会社日立メディコ
(65) 公開番号	特開2000-163581(P2000-163581A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成12年6月16日(2000.6.16)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成17年11月22日(2005.11.22)		弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	谷口 拓樹
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディ
			コ内
		(72) 発明者	永尾 朋洋
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディ
			コ内
		審査官	松永 稔
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 領域拡張装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リージョンローイング法によって関心領域を抽出する領域拡張装置において、  
関心領域の点として抽出すべきか否かを判断する対象点が、該対象点の近傍点の情報に  
基づいてどの方向に拡張されるかの指標となる走行方向ベクトルを求める走行方向ベクトル  
算出手段と、  
前記走行方向ベクトル算出手段によって求められた現抽出時点との前抽出時点の間の走行  
方向ベクトルに基づいて関心領域が分割されているか否かを判断する判断手段と、  
前記判断手段によって前記関心領域が分割されていると判断された場合、各分割された  
領域ごとに平均的な走行方向ベクトルを算出する手段と、  
前記算出された平均的な走行方向ベクトルの方向への領域拡張を促すように前記リージ  
ョンローイング法によって対象領域を拡張する際の拡張条件を設定する設定手段と、  
を備えたことを特徴とする領域拡張装置。

【請求項2】

前記判断手段は、  
前記走行方向ベクトルを極座標に変換しプロットする手段と、  
前記プロットされた点集合を複数方向へ投射したヒストグラムを求める手段と、  
前記求められたヒストグラムに基づいて関心領域が分割されているか否かを判断する手  
段と、  
を備えたことを特徴とする請求項1に記載の領域拡張装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は領域拡張装置に係り、特にリージョングローイング法において領域を拡張し臓器領域を抽出する領域拡張装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

リージョングローイング法は、抽出領域のある点から同一領域に属すると思われる連結領域に対して順次、領域拡張を行い、関心領域を抽出する方法である。

従来では、拡張条件として、大域的な濃度変化の許容範囲（以後、グローバルレンジと呼ぶ）内、局所的な許容範囲（以後、ローカルレンジと呼ぶ）内であれば、同一領域とみなしていた。式1にその拡張条件を示す。

## 【0003】

## 【数1】

$$|f_x - f_0| < \quad \text{かつ} \quad |f_x - f_i| < \quad \dots \text{式1}$$

式1において  $f_i$  は  $i$  番目の拡張で抽出された点  $P_i$  の濃度値、 $f_x$  は点  $P_i$  に隣接する点の濃度値、 $f_0$  はリージョングローイングの開始点  $P_0$  の濃度値を示す。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の方法では、ただボクセルの集合として領域を拡張するので、血管形状などの構造解析ができないという問題がある。

また、拡張条件の設定を拡張処理前に経験的に決定しているため、関心領域の詳細な抽出は困難であるという欠点がある。

## 【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、誤った拡張を軽減し、かつ関心領域を細部まで抽出することのできる領域拡張装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

## 【課題を解決する為の手段】

本発明は前記目的を達成するために、リージョングローイング法によって関心領域を抽出する領域拡張装置において、関心領域の点として抽出すべきか否かを判断する対象点が、該対象点の近傍点の情報に基づいてどの方向に拡張されるかの指標となる走行方向ベクトルを求める走行方向ベクトル算出手段と、前記走行方向ベクトル算出手段によって求められた現抽出時点との前抽出時点の間の走行方向ベクトルに基づいて関心領域が分割されているか否かを判断する判断手段と、前記判断手段によって前記関心領域が分割されていると判断された場合、各分割された領域ごとに平均的な走行方向ベクトルを算出する手段と、前記算出された平均的な走行方向ベクトルの方向への領域拡張を促すように前記リージョングローイング法によって対象領域を拡張する際の拡張条件を設定する設定手段と、を備えたことを特徴とする。

## 【0007】

本発明によれば、走行方向ベクトル算出手段が、関心領域の点として抽出すべきか否かを判断する対象点が、該対象点の近傍点の情報に基づいてどの方向に拡張されるかの指標となる走行方向ベクトルを求める。分岐検出手段は、所定の抽出時点間に走行方向ベクトル算出手段によって求めた複数の点の走行方向ベクトルに基づいて関心領域の分岐の有無を検出し、前記関心領域の分岐が検出されると、平均走行ベクトル算出手段が各分岐した領域ごとに区分された複数の点の走行方向ベクトルの平均的な走行ベクトルを算出する。拡張条件設定手段は、リージョングローイング法によって対象点を拡張する際に平均走行ベクトル算出手段によって求めた平均走行方向ベクトルの方向への領域拡張を促すように拡張条件を設定する。このように、分岐した領域ごとに平均的な走行ベクトルを算出し、この平均走行方向ベクトルの方向への領域拡張を促すように拡張条件を設定することによって、誤った拡張を軽減でき、かつ関心領域を細部まで抽出することができる。

【 0 0 0 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下添付図面に従って本発明に係る領域拡張装置の好ましい実施の形態について詳説する。

本発明の領域拡張装置では、従来の拡張条件に新たな制約条件を追加する。この制約条件は、まず、注目するボクセル（以後、注目点とする）の各近傍ボクセル（以後、対象点とする）と他の近傍ボクセル（以後、近傍点とする）との相対関係を考えることにある。

【 0 0 0 9 】

図 1 は、注目点と近傍点との濃度関係を示す説明図である。図 1 ( a )、( b )において  $x$ 、 $y$ 、 $z$  は三次元座標系の各軸であり、注目点  $O$  は原点、近傍点 (  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  ) は  $x$ 、 $y$ 、 $z$  軸上に位置する。また、これらの図において、各点の大きさは各点の濃度値に比例する。各点は従来の拡張条件を満足し従来では拡張される点であるため、各点の大域的な濃度変化は前記グローバルレンジ を下回らない。

【 0 0 1 0 】

本発明の領域拡張装置では、図 1 ( a ) に示す濃度関係の場合、対象点を  $B$  とすると、この点  $B$  は点  $A$ 、 $C$ 、 $E$ 、 $O$  と比較してあまりにも小さいので、点  $B$  の方向へ拡張しないように削除する。点  $D$ 、 $F$  も同様に削除する。削除のための評価関数を式 2 に示す。

【 0 0 1 1 】

【 数 2 】

$$S = \sum_{j=2}^5 (f_{ij} - f_x) + (n_1 - f_x) / 2 + \{ (n_j - f_x) \} / 2 \quad \dots \text{式 2}$$

$f_{ij}$  は注目点  $O$  の濃度値、 $f_x$  は対象点の濃度値、 $n_1$  は対象点の対角ボクセルの濃度値、 $n_j$  は他の近傍点の濃度値である。

【 0 0 1 2 】

この評価関数  $S$  は、各ボクセルの濃度差にボクセル間の距離の逆数を乗じたものの総和である。各ボクセル間の距離は、対象点から注目点  $O$  までで 1、対象点から対角ボクセルまでで 2、対象点から他の近傍点までで 2 である。式 2 から距離が近いほど濃度値の差分の大きさに大きく影響することが分かる。また、この評価関数  $S$  において、従来の拡張条件で満足しなかったボクセルの差分演算は式から除かれる。

【 0 0 1 3 】

削除条件 を式 3 に示し、 $S > \quad$  の場合、対象点を削除する。

【 0 0 1 4 】

【 数 3 】

$$= (1 + 1 / 2) \quad \dots \text{式 3}$$

は注目点が近傍点と図 1 ( b ) に示すような相対関係である場合に削除条件が限界値に達していることを意味する。つまりこの削除条件は、注目点を  $B$  とすると、点  $A$  との濃度差と点  $O$  との濃度差がローカルレンジ であり、その他の点との濃度差が 0 の場合の評価関数  $S$  に等しい。この追加条件は従来のグローバルレンジ、ローカルレンジ の設定を誤った場合や拡張領域が細部にまで及んだ場合での拡張の誤りを軽減することができる。

【 0 0 1 5 】

次に、注目点に走行方向ベクトルを付加することを考える。これは、後に関心領域を抽出するための参照情報（指標）となる。注目点は上述で削除したボクセル以外について考える。走行方向ベクトル (  $G_x$ 、 $G_y$ 、 $G_z$  ) を式 4 に示す。

【 0 0 1 6 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned} G_{x_n} &= G_{x_{n-1}} + L_x + D_x \\ G_{y_n} &= G_{y_{n-1}} + L_y + D_y \\ G_{z_n} &= G_{z_{n-1}} + L_z + D_z \end{aligned} \quad \dots \text{式 4}$$

式 4 において  $G_{n-1}$  は前抽出時点の走行方向ベクトル（以後、前走行方向ベクトル）であ

り、 $L$  は前抽出時点の位置ベクトル（以後、拡張方向ベクトル）であり、 $D$  は拡張方向のボクセルが上記の条件によって削除されたボクセルであった場合の拡張方向ベクトルに垂直な方向ベクトル（以後、拡散方向ベクトル）を示す。これは、ボクセルが削除されることによって拡張が止まり、今までの拡張方向ベクトルをその垂直方向に拡散させているベクトルを表している。また、これらのベクトルは注目点の 6 近傍について用いる。

#### 【0017】

図 2 は、対象領域内部からリージョンローイングを行った場合の抽出履歴データと対象点の方向ベクトルとを示す説明図であり、実際は 3 次元であるが 2 次元で表現している。同図において、各格子はボクセルを示し、各格子内の数字は抽出時点を示し、抽出時点が 0 のボクセルはリージョンローイングを開始するシード点（拡張元）である。この拡張元以外の各格子内の矢印は走行方向ベクトルを示している。例えば、吹き出し内の抽出時点 6 のボクセルに注目した場合、そのボクセルの 6 近傍には 2 つの前抽出時点 5 a、5 b のボクセルが存在する。その各ボクセルの前走行方向ベクトル  $G_{n-1}$  は各々  $G_{a_{n-1}}$ 、 $G_{b_{n-1}}$  であり、拡張方向ベクトル  $L$  は各々  $L_a$ 、 $L_b$  である。また、右方向に拡張できないため、拡散方向ベクトル  $D$  は上向きと下向きとがあるが、上向きには抽出時点 5 a の拡張方向ベクトルと逆方向であるため相殺され、下向きにのみ拡散しその拡散方向ベクトルは  $D_a$  である。前記式 4 より、このボクセルの走行方向ベクトル  $G_n$  は前走行方向ベクトル  $G_{a_{n-1}}$ 、 $G_{b_{n-1}}$ 、拡張方向ベクトル  $L_a$ 、 $L_b$ 、拡散方向ベクトル  $D_a$  の総和によって求められる。

#### 【0018】

図 3 は、各ボクセルに走行方向ベクトル  $G_n$  を付加する処理のフローチャートである。まず、マウスで臓器領域内部の 1 点をクリックし、その 1 点をシード点（拡張元）としてリージョンローイングを開始する（ステップ S 1）。

リージョンローイングにおいて、拡張元 6 近傍の拡張点の判定を行う（ステップ S 2）。

#### 【0019】

次に拡張元において、削除条件により拡張点の判定を行う（ステップ S 3）。同抽出時点の判定が終わった後、同抽出時点の拡張が終了したか判断し（ステップ S 4）、6 近傍の各々のボクセルについて、前抽出時点に対する位置ベクトル  $L$  を求め（ステップ S 5）、拡散方向ベクトル  $D$  を求め（ステップ S 6）、前抽出時点の拡張方向ベクトル  $G_{n-1}$  を求める（ステップ S 7）。ステップ S 5、S 6、S 7 で求めた位置ベクトル  $L$  と拡散方向ベクトル  $D$  と前抽出時点の拡張方向ベクトル  $G_{n-1}$  との総和によって走行方向ベクトル  $G_n$  を求める（ステップ S 8）。

#### 【0020】

さらに、そのボクセルの拡張元以外の 5 近傍において、拡張元と同じ抽出時点のボクセルがあるかを判断する（ステップ S 9）。ボクセルがある場合は、ステップ S 5 に戻り、このボクセルに対する各ベクトルを求めて走行方向ベクトル  $G_n$  に加算する。

ボクセルがない場合は、拡張点を拡張元として拡張を行い（ステップ S 10）、終了条件を満たすかを判断する（ステップ S 11）。終了条件を満たさない場合はステップ S 2 に戻り再び処理を続け、満たす場合は処理を終了する。

#### 【0021】

次に、上記で求められた各ボクセルの走行方向ベクトル  $G_n$  から、臓器領域の分岐地点の平均的な走行方向ベクトルを求め、関心領域を抽出するための参照情報（指標）とすることを考える。ここで、参照情報はある抽出時点間毎に求めるため、上記の走行方向ベクトル抽出処理の途中で行われる。

図 5 は、参照情報を求める手順を示すフローチャートである。

#### 【0022】

まず、ある抽出時点間の走行方向ベクトルを求める（ステップ S 21）。求めた走行方向ベクトルを極座標に変換し（ステップ S 22）、プロットすると図 4 に示すような点集合となる。この例は明らかに二分岐となる血管であり、この点集合を 2 つに分割することで

臓器領域の分岐地点の平均的な走行方向ベクトルを求めることができる。そのために、図4のように4つの方向へ投射したヒストグラムを求める(ステップS23)。この内、最も分散の大きな2つのヒストグラムの谷に垂直な直線f、gを求める(ステップS24)。この直線f、gによって分割されたベクトルの集合から平均的な走行方向ベクトルを求める。ここで、ヒストグラムの谷を求める方法に分散比を最大にするしきい値設定法を採用する。この方法は画像を2つのクラスC1並びにC2に分割する場合、式5に示す分散度(T)が最大になるようにしきい値Tを選定する。

【0023】

【数5】

$$(T) = [B^2(T) / W^2(T)]_{\text{MAX}} \quad \dots \text{式5}$$

ここで、 $B^2(T)$ はクラス間分散、 $W^2(T)$ はクラス内分散で、これらは各々式6、式7で与えられる。

【0024】

【数6】

$$\begin{aligned} \sigma_W^2 &= \omega_1 \sigma_1^2 + \omega_2 \sigma_2^2 \\ &= \left\{ \sum_{i \in S_1} (i - \mu_1)^2 n_i + \sum_{i \in S_2} (i - \mu_2)^2 n_i \right\} / N \end{aligned} \quad \dots \text{式6}$$

【0025】

【数7】

$$\begin{aligned} \sigma_B^2 &= \omega_1 (\mu_1 - \mu_T)^2 + \omega_2 (\mu_2 - \mu_T)^2 \\ &= \left\{ \sum_{i \in S_1} (\mu_1 - \mu_T)^2 n_i + \sum_{i \in S_2} (\mu_2 - \mu_T)^2 n_i \right\} / N \end{aligned} \quad \dots \text{式7}$$

ここで、 $W^2 + B^2 = T^2$  ( $T^2$ : 全分散)、 $\omega_1$  ならび  $\omega_2$  はそれぞれクラスC1 ならび C2 の生起確率(正規化された画素数)、 $\mu_1$  ならび  $\mu_2$  と  $\mu_1^2$  ならび  $\mu_2^2$  はそれぞれC1 ならび C2 に属する画素の濃度の平均値と分散である。

【0026】

次にその抽出時点間において領域が分割されているかを判断し(ステップS25)、分割されていない場合にはステップS21に戻り同様の手順を繰り返す。分割されている場合は、最後に抽出された時点のボクセルをクラスタリングする(ステップS26)。そのクラスが上記の直線f、gに分割されているかを判断し(ステップS27)、分割されていない場合はステップS21に戻り同様の手順を繰り返す。

【0027】

完全に分割されている場合には、点集合は分割されたものとして、各々の平均的な走行方向ベクトルVを求める(ステップS28)。その後、点集合毎の最後に抽出された時点のボクセルを起点として各々領域拡張をする。また、この起点を代表点とする(ステップS29)。代表点は、関心領域を求めるための指標の1つとなる。このように領域拡張をしながら、分岐地点での走行方向ベクトルと代表点を求めることによって、臓器領域の構造解析が行なえ、関心領域を求めるための指標とすることができる。終了かを判断し(ステップS30)、終了しない場合はステップS21に戻り、終了するまで前述の手順を繰り返す。

【0028】

次に、この参照領域の情報を基に関心領域を求めることについて考える。これは、上記より求められた参照領域の走行方向ベクトルから拡張条件を変更して関心領域を精度よく抽出する方法である。

図7は、関心領域抽出処理の手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

まず、領域拡張を行い（ステップ S 4 1）、関心領域については参照領域と同様の方法で分岐地点での走行方向ベクトルと代表点を求める（ステップ S 4 2）。ここで、関心領域の代表点に最も近い参照領域の代表点（例えば、a、b）の走行方向ベクトルとの内積が大きい方のベクトルを用いて、その走行方向ベクトルを含む象限の濃度値を注目点の濃度値に近付けること、また、方向ベクトルを含まない象限の濃度値を注目点の濃度値から遠ざけることを考える（ステップ S 4 3）。図 6（b）を用いて説明すると、拡張元を点 O として、走行方向ベクトルを V とする場合（ステップ S 4 4）、その象限に属する点 B、D、E の濃度値を注目点 O に近付け、その象限に属さない点 A、F の濃度値を注目点 O から遠ざける。言い換えれば、従来の拡張条件を参照領域の走行方向ベクトルに依存した値に変更することを考えることと等しい。新しい拡張条件を式 8 で表現する（ステップ S 4 5）。

【 0 0 2 9 】

【数 8】

$$\begin{aligned} |f_x - f_0| < + |f_x - f_i| \quad \text{かつ} \\ |f_x - f_i| < + |f_x - f_i| \end{aligned} \quad \dots \text{式 8}$$

$f_i$  は i 番目の拡張で抽出された点  $P_i$  の濃度値、 $f_x$  は  $P_i$  に隣接する点の濃度値、 $f_0$  はリージョングロウイングの開始点  $P_0$  の濃度値、は参照領域の走行方向ベクトルと注目点に対する近傍点の位置ベクトルとの内積である。

【 0 0 3 0 】

式 8 は式 9 を式 1 の従来の拡張条件に代入した式である。

【 0 0 3 1 】

【数 9】

$$f_x - |f_x - f_i| \quad f_x \quad \dots \text{式 9}$$

$f_x$  は変更後の  $P_i$  に隣接する点の濃度値である。また、同時に式 2、式 3 に式 9 を代入して、余計な拡張点を削除するための評価関数 S および削除条件を変更する（ステップ S 4 6）。それらを式 10、式 11 に示す。

【 0 0 3 2 】

【数 10】

$$\begin{aligned} S = \{ f_i - f_x + \xi | f_x - f_i | \} \\ + \{ n_1 - f_x + \xi | f_x - f_i | \} / 2 \\ 5 \\ + \sum_{j=2}^5 \{ n_j - f_x + \xi | f_x - f_i | \} / \sqrt{2} \quad \dots \text{式 10} \end{aligned}$$

【 0 0 3 3 】

【数 11】

$$= \{ + |f_x - f_i| \} (1 + 1/2) \quad \dots \text{式 11}$$

これが  $S >$  場合、対象点を削除する。この新しい拡張条件、削除条件に変更し、より参照情報に依存した拡張を促し、関心領域を細部まで抽出する。

図 8 は、本発明の領域拡張装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 4 】

この領域拡張装置は、例えば X 線 CT 装置や MRI 装置などの医用画像診断装置で被検体の対象部位について収集した医用画像データを記録し表示するもので、各構成要素の動作を制御する中央演算処理装置（CPU）50 と、装置の制御プログラムが格納された主メモリ 52 と、臓器領域抽出処理プログラム等が格納された磁気ディスク 54 と、画像データを表示するために記憶する表示メモリ 56 と、この表示メモリ 56 からの画像データを表示する表示装置としての CRT 58 と、位置入力装置としてのマウス 62 と、マウス 62 の状態を検出して CRT 58 上のマウスポインタの位置やマウス 62 の状態等の信号を

10

20

30

40

50

C P U 5 0 に出力するマウスコントローラ 6 0 とから上記各構成要素を接続する共通バス 6 4 とから構成される。

【 0 0 3 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る領域拡張装置によれば、平均走行ベクトル算出手段が分岐した領域ごとに平均的な走行ベクトルを算出し、拡張条件設定手段がこの平均走行方向ベクトルの方向への領域拡張を促すように拡張条件を設定することによって、誤った拡張を軽減でき、かつ関心領域を細部まで抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】注目点と近傍点との濃度関係を示す説明図

10

【図 2】対象領域内部からリージョングロウイングを行った場合の抽出履歴データと対象点の方向ベクトルとを示す説明図

【図 3】各ボクセルに走行方向ベクトルを付加する処理のフローチャート

【図 4】平均的な走行方向ベクトルを求めるためのヒストグラムを示す図

【図 5】参照情報を求める手順を示すフローチャート

【図 6】従来の拡張条件を変更するための条件を示す説明図

【図 7】関心領域抽出処理の手順を示すフローチャート

【図 8】本発明の領域拡張装置のハードウェア構成を示すブロック図

【符号の説明】

5 0 ... 中央演算処理装置 ( C P U )

20

5 2 ... 主メモリ

5 4 ... 磁気ディスク

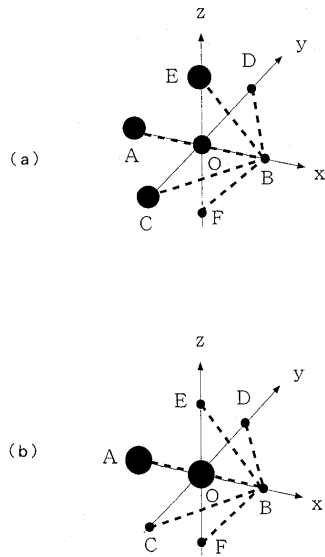
5 6 ... 表示メモリ

5 8 ... C R T

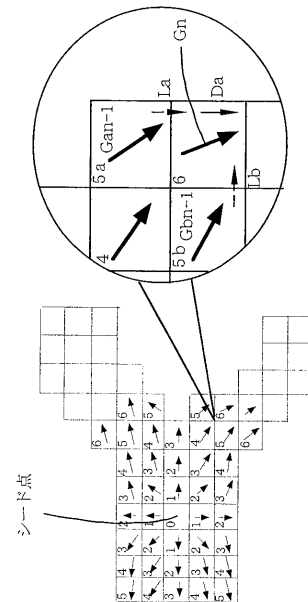
6 0 ... コントローラ

6 2 ... マウス

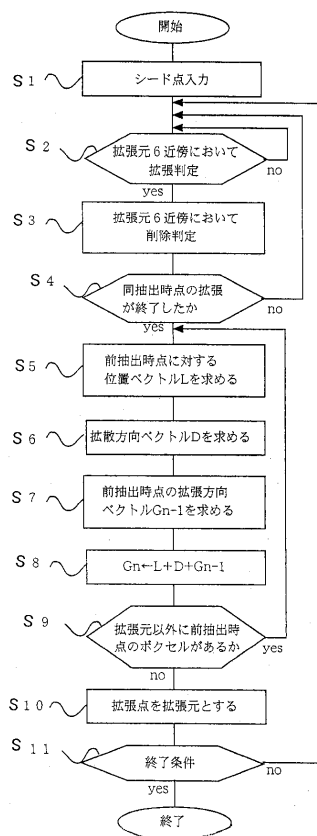
【図 1】



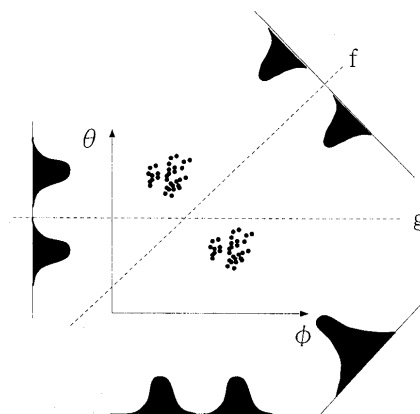
【図 2】



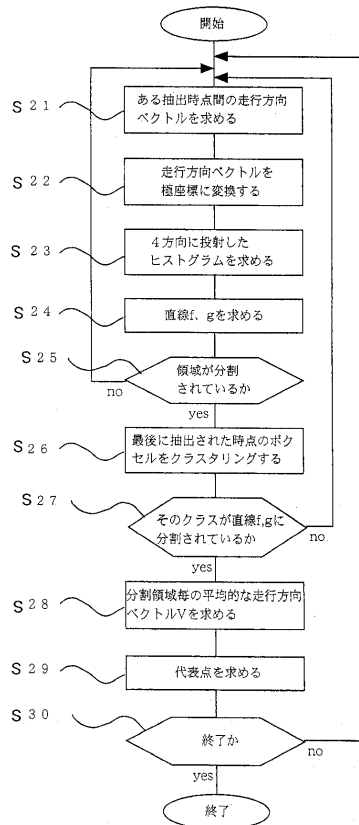
【図 3】



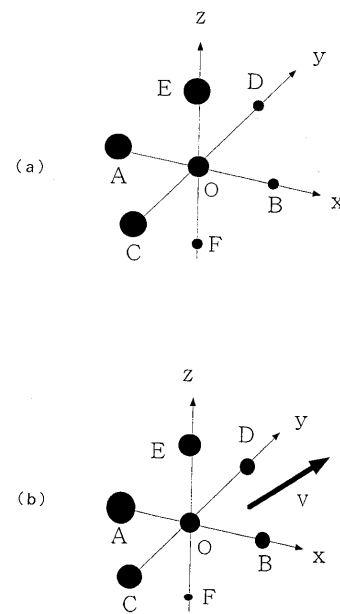
【図 4】



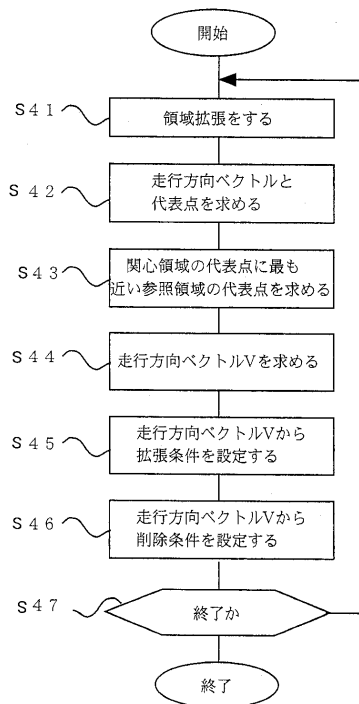
【図 5】



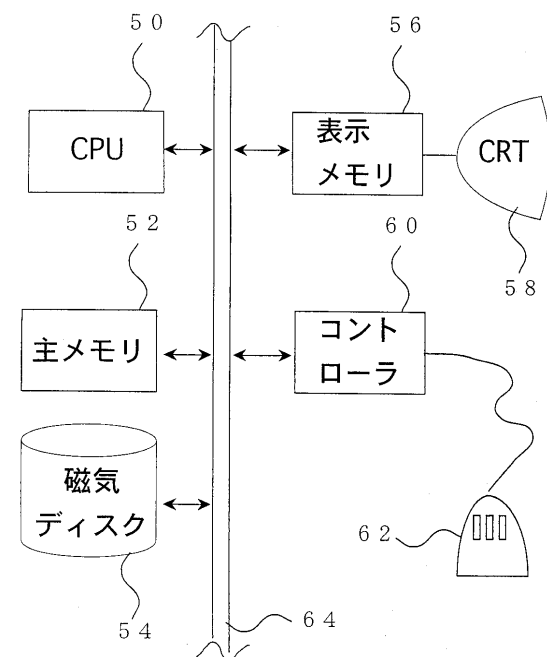
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第4087517(JP, B2)  
特開平06-054833(JP, A)  
特開平05-181955(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06T 7/60