

⑫ 特許公報(B2)

平4-10667

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 06 F 15/62  
15/64

識別記号

4 1 5  
M

庁内整理番号

8419-5L  
8945-5L

⑳公告 平成4年(1992)2月26日

発明の数 1 (全6頁)

㉔発明の名称 両眼視系画像の特徴点認識装置

㉑特願 昭58-162344

㉕公開 昭60-54081

㉒出願 昭58(1983)9月3日

㉓昭60(1985)3月28日

㉗発明者	築山 則之	京都府京都市右京区花園土堂町10番地	立石電機株式会社内
㉗発明者	坂 和彦	京都府京都市右京区花園土堂町10番地	立石電機株式会社内
㉗発明者	久野 敦司	京都府京都市右京区花園土堂町10番地	立石電機株式会社内
㉘出願人	オムロン株式会社	京都府京都市右京区花園土堂町10番地	
㉙代理人	弁理士 鈴木 由充		
審査官	柳 澤 正夫		

1

2

㉚特許請求の範囲

1 同一焦点距離レンズが装備された左右視覚系をもつ第1、第2のカメラ系より成り、各カメラ系は光軸が平行し且つ一定距離隔てた位置に夫々固定されると共に、各カメラ系には、全視覚系に

2 第1、第2のカメラ系は、一定角度変位させた状態で固定してある特許請求の範囲第1項記載の両眼視系画像の特徴点認識装置。

発明の詳細な説明

<発明の技術分野>

発明は、産業ロボット等に適用される3次元物体の認識装置に関連し、殊に本発明は、対をなす各視覚系に結像させた物体画像から特徴点を抽出して、対応関係にある両視覚系の特徴点の組を特定する両眼視系画像の特徴点抽出装置に関する。

<発明の背景>

通常3次元物体を光学的に立体認識するには、対をなす2個の視覚系を用いる必要がある。この

両視覚系に物体の画像を結像させると、視覚系の隔りに起因する画像間のずれが生じ、このずれを両画像の対応する点から検出することにより、物体の立体的把握が可能となる。従つてこの場合、一方視覚系にかかる画像の点と、他方視覚系にかかる画像の点とを対応させることが必要となる。このため従来は、画像の明暗パターンを照合する等して、両画像の対応点を検出していたが、この種方法では照合処理が著しく複雑となつて、効率が悪く、而も精度的に十分満足ゆく結果が得られていない。

<発明の目的>

本発明は、発明者が案出した一定の原則に基づき、両視覚系の対応する特徴点の組を特定して抽出する新規装置を提案することにより、物体認識処理の簡易化をはかり、処理効率および精度の向上を実現させることを目的とする。

<発明の構成および効果>

上記目的を達成するため、本発明では、同一焦点距離レンズが装備された左右視覚系をもつ2個のカメラ系を用い、各カメラ系を光軸が平行し且つ一定距離隔てた位置に夫々固定し、画像処理装置をもつて、各カメラ系の左右視覚系で得た夫々

3

4

物体画像より特徴点を抽出した後、両カメラ系における特徴点の画像位置関係から左右視覚系の対応する特徴点の組を特定抽出するようにした。

本発明によれば、両視覚系の対応する特徴点を容易に抽出可能となり、物体認識処理が簡易化され、処理効率および精度の向上を実現する等、発明目的を達成した優れた効果を奏する。

<実施例の説明>

第1図に示す物体認識装置は、光軸が平行な第1のカメラ系1と第2のカメラ系2とを含み、両カメラ系1, 2は、距離αだけ隔たり且つ第1のカメラ系1に対し第2のカメラ系2が角度φ変位させた状態で夫々固定してある。第1、第2の各カメラ系1, 2は、同一焦点距離レンズが装着された2台のテレビカメラ3, 4, 5, 6をもつて構成され、一方のテレビカメラ3, 5は各カメラ系の左視覚系1L, 2Lを、他方のテレビカメラ4, 6は右視覚系1R, 2Rを夫々構成する。各カメラ系1, 2の両視覚系に結像される物体画像は、画像処理装置7の画像メモリ(図示せず)に取り込まれる。画像処理装置7は、両方の物体画像から物体の特徴をなす点(以下、特徴点という)を抽出し、対応する特徴間のずれ等に基づいて、物体を立体的に認識する。図示例の装置は、各視覚系1L, 1Rにつき物体画像の対応する特徴点の組を特定して抽出する機能を持つ。

第2図および第3図は、かかる特徴点の抽出原理を具体的に示す。

第2図に示すxyZ座標は、第1のカメラ系1の左右視覚系と物体上の点(以下、物点という)と、物点の画像(以下、像点という)との位置関係を示す。また図示例の場合、説明を容易にするため、Z軸の負領域に結像する像点を正領域のZ=1の位置に透影してある。図中、Bは物点、LおよびRは左右視覚系の光軸、PおよびP<sub>R</sub>は左右視覚系の像点を示す。また右光軸L, Rとy軸との交点が透視中心S<sub>L</sub>, S<sub>R</sub>、左右光軸L, RとZ=1に設定された左右結像面T<sub>L</sub>, T<sub>R</sub>との交点が画像中心点O<sub>L</sub>, O<sub>R</sub>である。

今物点Bの座標が(X, Y, Z)、透視中心S<sub>L</sub>, S<sub>R</sub>が(0, -a, 0)(0, a, 0)、像点P<sub>L</sub>, P<sub>R</sub>が(x<sub>L</sub>, y<sub>L</sub>, 1)(x<sub>R</sub>, y<sub>R</sub>, 1)であるとすると、つぎの(1)~(4)式が成り立つ。

$$x_L = \frac{X}{Z} \quad \dots\dots(1)$$

$$y_L = \frac{Y+a}{Z} - a \quad \dots\dots(2)$$

$$x_R = \frac{X}{Z} \quad \dots\dots(3)$$

$$y_R = \frac{Y-a}{Z} + a \quad \dots\dots(4)$$

つぎに第2のカメラ系2における左右視覚系の像点をP<sub>L</sub>'、P<sub>R</sub>'、各座標を(x<sub>L</sub>'、y<sub>L</sub>'、1)(x<sub>R</sub>'、y<sub>R</sub>'、1)とすると、x<sub>L</sub>'、y<sub>L</sub>'、x<sub>R</sub>'、y<sub>R</sub>'はつぎの(5)~(8)式で表わされる。

$$x_L' = \frac{(X-\alpha)\cos\theta + Y\sin\theta}{Z} \quad \dots\dots(5)$$

$$y_L' = \frac{Y\cos\theta - (X-\alpha)\sin\theta + a}{Z} - a \quad \dots\dots(6)$$

$$x_R' = \frac{(X-\alpha)\cos\theta + Y\sin\theta}{Z} \quad \dots\dots(7)$$

$$y_R' = \frac{Y\cos\theta - (X-\alpha)\sin\theta - a}{Z} + a \quad \dots\dots(8)$$

斯くして上記(1)式と(3)式、(5)式と(7)式から、  
 $x_R = x_L \quad \dots\dots(9)$

$$x_R' = x_L' \quad \dots\dots(10)$$

が成立する。この(9)(10)の各式は、同一物点についての左右視覚系の像点P<sub>L</sub>, P<sub>R</sub>は同一水平線上に位置し、而もこの視覚系と平行し且つ一定角度変位を有する他の視覚系の像点P<sub>L</sub>'、P<sub>R</sub>'も同一水平線上に位置することを示している。

また(9)式と(10)式、(2)(4)(6)(8)の各式から、

$$x_R' - x_R = x_L' - x_L \quad \dots\dots(11)$$

$$y_R' - y_R = y_L' - y_L \quad \dots\dots(12)$$

が成立する。この(11)(12)の各式は、左右視覚系を平行移動させ且つ回動させた場合、左右視覚系の像点P<sub>L</sub>, P<sub>R</sub>は同方向へ同じ量だけ変位することを示している。

そこで両カメラ系1, 2間の変位量α, φが決まれば、像点P<sub>L</sub>, P<sub>L</sub>'間および像点P<sub>R</sub>, P<sub>R</sub>'間の距離につき、次式が成立する。

$$\sqrt{(x_L' - x_L)^2 + (y_L' - y_L)^2} \leq TH_1 \quad \dots\dots(13)$$

$$\sqrt{(x_R' - x_R)^2 + (y_R' - y_R)^2} \leq TH_1 \quad \dots\dots(14)$$

但しTH<sub>1</sub>は変位量α, φで決まるしきい値である。

第3図は、第1のカメラ系1の物体画像と第2のカメラ系2の物体画像の位置関係を示す図であ

る。図中、 $P_1 \sim P_{10}$ は第1のカメラ系1の物体画像から抽出された特徴点、 $P_{11} \sim P_{20}$ は第2のカメラ系2の物体画像から抽出された特徴点を示す。今第1のカメラ系1における左視覚系の特徴点 $P_1$ に着目すると、特徴点 $P_1$ は水平線 $h$ 上に位置している。従つて前記(9)式にかかる原則から判断すると、特徴点 $P_1$ に対応する右視覚系の特徴点は同一水平線 $h$ 上に位置する特徴 $P_6$ 、 $P_9$ のいずれかである。つぎに第2のカメラ系2において、前記特徴点 $P_1$ は特徴点 $P_{11}$ に対応する。ところが特徴点 $P_{11}$ を通る水平線 $h'$ 上には、特徴点 $P_6$ に対応する特徴点 $P_{16}$ のみが位置し、特徴点 $P_9$ に対応する特徴点 $P_{19}$ は存在しない。従つて前記(10)式にかかる原則より、第1のカメラ系1における左視覚系の特徴点 $P_1$ は、右視覚系の特徴 $P_6$ に対応すると判断し得る。

第4図は、左右視覚系の対応する特徴点の組を特定して抽出する過程を含む物体認識のアルゴリズムを示す。

まずステップ11において、第1のカメラ系1における左右視覚系に結像した物体画像を画像処理装置7の画像メモリに取り込んでセットする。つぎにステップ12で、第2のカメラ系2における左右視覚系に結像した同じ物体の画像を画像メモリに取り込んでセットする。この段階で画像メモリには、第1のカメラ系1にかかる物体画像2枚と、第2のカメラ系2にかかる物体画像2枚とが格納されている。つぎにステップ13において、合計4枚の物体画像につき、夫々線画化処理を実行して、例えば輪郭線等が急峻に変化する点を特徴点として抽出すると共に、各特徴点の座標を各画像毎に画像メモリの所定エリアに順次セットしてゆく。第6図は第1のカメラ系1にかかる左視覚系の全特徴点がセットされた全体リストを示している。

今ステップ14で、第6図中、ラベル $j$ が付された特徴 $P_L(j)$ に着目すると、特徴 $P_L(j)$ の座標は $\{x_L(j), y_L(j)\}$ である。そしてつぎのステップ15で、特徴点 $P_L(j)$ と同一水平線上に位置する右視覚系の特徴点の抽出リスト(以下、水平点リストという)を作成する。この水平点リストは、第5図中、HORで示してあり、水平点リストHORに含まれる座標 $\{x_R(s), y_R(s)\}$ の特徴 $P_R(s)$ は、前記(9)式にかかる原則からつぎの(15)式を満足す

る。尚 $\epsilon_0$ は、零に近い正のシステム定数である。

$$|x_L(j) - x_R(s)| \leq \epsilon_0 \quad \dots\dots(15)$$

但し $s$ は全体リスト中でのラベルであり、図中、 $s$ はHOR( $i_1$ )の式は、ラベル $s$ の特徴点 $P_R(s)$ は水平点リストHOR中においてラベル $i_1$ が付与されていることを意味する。

つぎにステップ16において、第2のカメラ系2における左視覚系の特徴点につき、つぎの(16)式(前記(13)式に基づく)を満足する座標 $\{x_L'(q), y_L'(q)\}$ の特徴点 $P_L'(q)$ を抽出して、近傍点リストNEIGを作成する。

$$\sqrt{\{x_L'(q) - x_L(j)\}^2 + \{y_L'(q) - y_R(j)\}^2} \leq TH_1 \quad \dots\dots(16)$$

但し $q$ は全体リスト中のラベルであり、第5図中、 $q = NEIG(i_2)$ の式は、ラベル $q$ の特徴点 $P_L'(q)$ は近傍点リストNEIG中においてラベル $i_2$ が付与されていることを示す。

更につぎのステップ17において、近傍点リストNEIGに含まれる各特徴点と同一水平線上に位置する右視覚系の特徴点の水平点リストを作成する。この水平点リストは、第5図中、RTABで示してあり、水平点リストRTABに含まれる座標 $\{x_R'(u), y_R'(u)\}$ の特徴点 $P_R'(u)$ は、前記(10)式にかかる原則からつぎの(17)式を満足する。

$$|x_L'(q) - x_R'(u)| \leq \epsilon_0 \quad \dots\dots(17)$$

但し $u$ は全体リスト中のラベルであり、図中、 $u = RTAB(i_2, i_3)$ の式は、ラベル $u$ の特徴点 $P_R'(u)$ は水平点リストRTAB中においてラベル $i_3$ が付与されていることを意味する。

上記各リストの作成完了後、ステップ18において、前記(12)式に基づくつぎの(18)式および、(14)に基づくつぎの(19)式を満足する両視覚系の対応する特徴点の組 $\{P_L(j), P_R(s), P_R(q), P_R'(u)\}$ を抽出する。但し $\epsilon_1$ は零に近い正のシステム定数である。

$$|y_L'(q) - y_L(j) - y_R'(u) + y_R(s)| \leq \epsilon_1 \quad \dots\dots(18)$$

$$\sqrt{\{x_R'(u) - x_R(s)\}^2 + \{y_R'(u) - y_R(s)\}^2} \leq TH_1 \quad \dots\dots(19)$$

もし有効な特徴点の組が存在していた場合には、ステップ19の判定が“YES”となつて、つぎのステップ20で第1のカメラ系1における特徴点 $P_L(j)P_R(s)$ から、つぎの(20)(21)(22)によつて、物点Bの3次元座標 $(X_{LR}, Y_{LR}, Z_{LR})$ を算出する。

$$X_{LR} = \frac{\{x_R(s) + x_L(j)\} \cdot a}{2a + y_L(j) - y_R(s)} \quad \dots\dots(20)$$

$$Y_{LR} = \frac{\{y_R(s) + y_L(j)\} \cdot a}{2a + y_L(j) - y_R(s)} \quad \dots\dots(21)$$

$$Z_{LR} = \frac{2a}{2a + y_L(j) - y_R(s)} \quad \dots\dots(22)$$

更につぎのステップ21で第2のカメラ系2における特徴点 $P'_L(q)P'_R(u)$ から、つぎの(23)(24)(25)式によつて、物点Bの3次元座標 $(X_{LR}', Y_{LR}', Z_{LR}')$ を算出する。

$$X_{LR}' = \alpha + \cos\theta \cdot \frac{\{x_R'(u) + x_L'(q)\} \cdot a}{2a + y_L'(q) - y_R'(s)} \quad *$$

$$-\sin\theta \cdot \frac{\{y_R'(u) + y_L'(q)\} \cdot a}{2a + y_L'(q) - y_R'(s)} \quad \dots\dots(23)$$

$$Y_{LR}' = \cos\theta \cdot \frac{\{y_R'(u) + y_L'(q)\} \cdot a}{2a + y_L'(q) - y_R'(s)}$$

$$+ \sin\theta \cdot \frac{\{x_R'(u) + x_L'(q)\} \cdot a}{2a + y_L'(q) - y_R'(s)} \quad \dots\dots(24)$$

$$Z_{LR}' = \frac{2a}{2a + y_L'(q) - y_R'(s)} \quad \dots\dots(25)$$

つぎに両カメラ系の特徴点から別個に算出した10 上記物点の3次元座標 $(X_{LR}, Y_{LR}, Z_{LR}) (X_{LR}', Y_{LR}', Z_{LR}')$ から、つぎの(26)式を用いて座標間距離DISTを算出する。

$$DIST = \sqrt{(X_{LR}' - X_{LR})^2 + (Y_{LR}' - Y_{LR})^2 + (Z_{LR}' - Z_{LR})^2} \quad \dots\dots(26)$$

そしてもしこの座標間距離DISTが一定のしきい値 $TH_2$ 以下の場合には、ステップ22の判定が“YES”となり、つぎのステップ23で物点の3次元座標に関するデータを第7図に示す如く、つぎの(24)~(33)に従つて画像メモリへ登録する。

$$X(k) = \frac{X_{LR}' + X_{LR}}{2} \quad \dots\dots(27)$$

$$Y(k) = \frac{Y_{LR}' + Y_{LR}}{2} \quad \dots\dots(28)$$

$$Z(k) = \frac{Z_{LR}' + Z_{LR}}{2} \quad \dots\dots(29)$$

$$B_L(k) = j \quad \dots\dots(30)$$

$$B_R(k) = s \quad \dots\dots(31)$$

$$A_L(k) = q \quad \dots\dots(32)$$

$$A_R(k) = u \quad \dots\dots(33)$$

以上の各処理を、第1のカメラ系1における左視覚系の全特徴点につき同様に繰返して実行する

15 と、ステップ24の判定が“YES”となり、特徴点の抽出処理を含む物点の座標算出処理を全て完了する。

**図面の簡単な説明**

第1図は物体認識装置の概略構成を示す斜断面図、第2図は左右視覚系と、物点と、像点との位置関係を $xyZ$ 座標に表わした図、第3図は対応する特徴点を特定する方法を示す原理説明図、第4図は物体認識のアルゴリズムを示すフローチャート、第5図は特徴点と特徴的リストとの関係を示す図、第6図は第1のカメラ系における左視覚系の特徴点の全体リストを示す図、第7図は物点の座標に関するデータの登録状態を示す図である。

1 ……第1のカメラ系、 2 ……第2のカメラ系、 7 ……画像処理装置、 B ……物点、  $P_R, P_L$  ……像点。

図 2

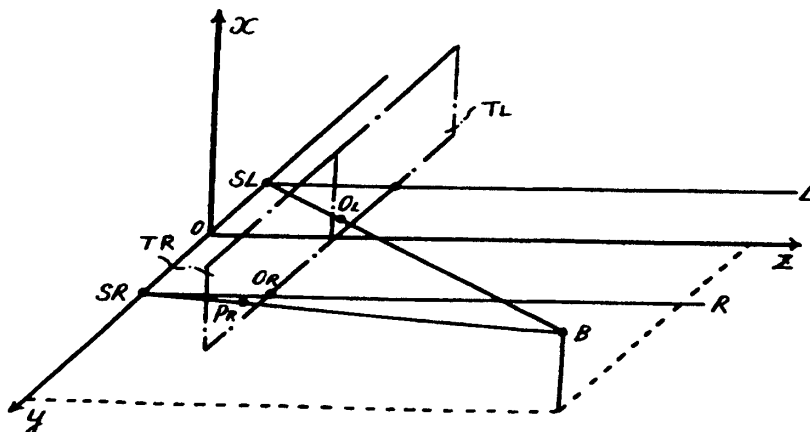


図1

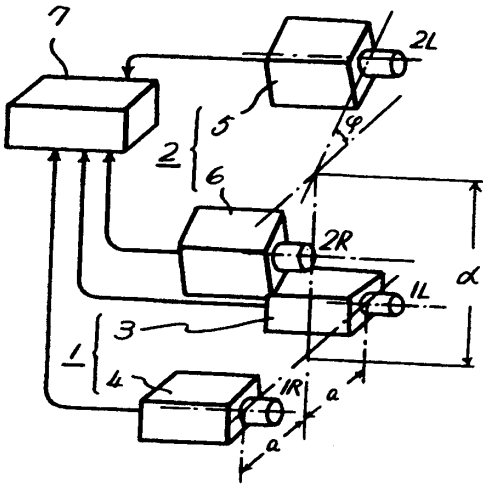


図6

ラベル	X座標	Y座標
1	$X_L(1)$	$Y_L(1)$
2	$X_L(2)$	$Y_L(2)$
3	$X_L(3)$	$Y_L(3)$
⋮	⋮	⋮
j	$X_L(j)$	$Y_L(j)$
⋮	⋮	⋮

図3

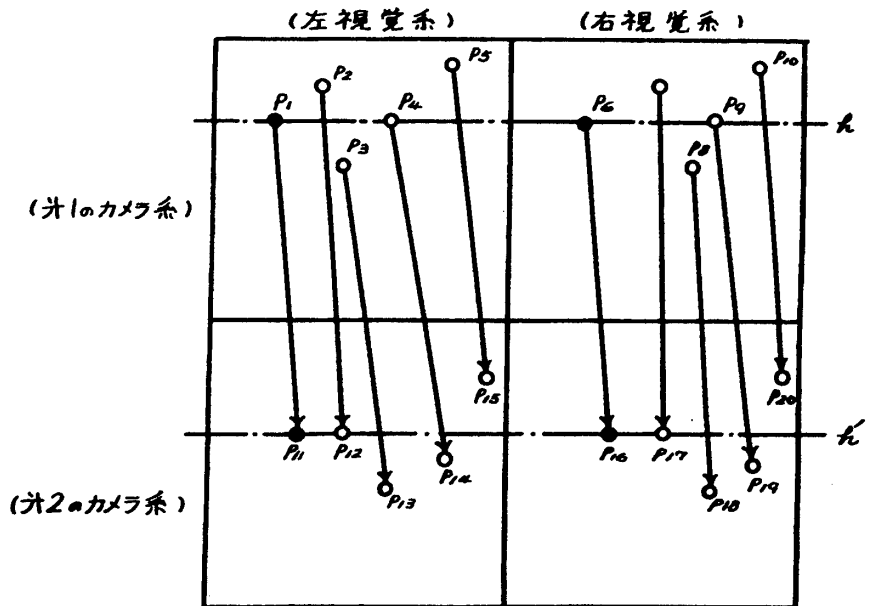


図7

ラベル	X座標	Y座標	Z座標	カメラ系 特徴点(左)	カメラ系 特徴点(右)	カメラ系 特徴点(左)	カメラ系 特徴点(右)
1	$X(1)$	$Y(1)$	$Z(1)$	$B_L(1)$	$B_R(1)$	$A_L(1)$	$A_R(1)$
2	$X(2)$	$Y(2)$	$Z(2)$	$B_L(2)$	$B_R(2)$	$A_L(2)$	$A_R(2)$
3	$X(3)$	$Y(3)$	$Z(3)$	$B_L(3)$	$B_R(3)$	$A_L(3)$	$A_R(3)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
k	$X(k)$	$Y(k)$	$Z(k)$	$B_L(k)$	$B_R(k)$	$A_L(k)$	$A_R(k)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		

図4

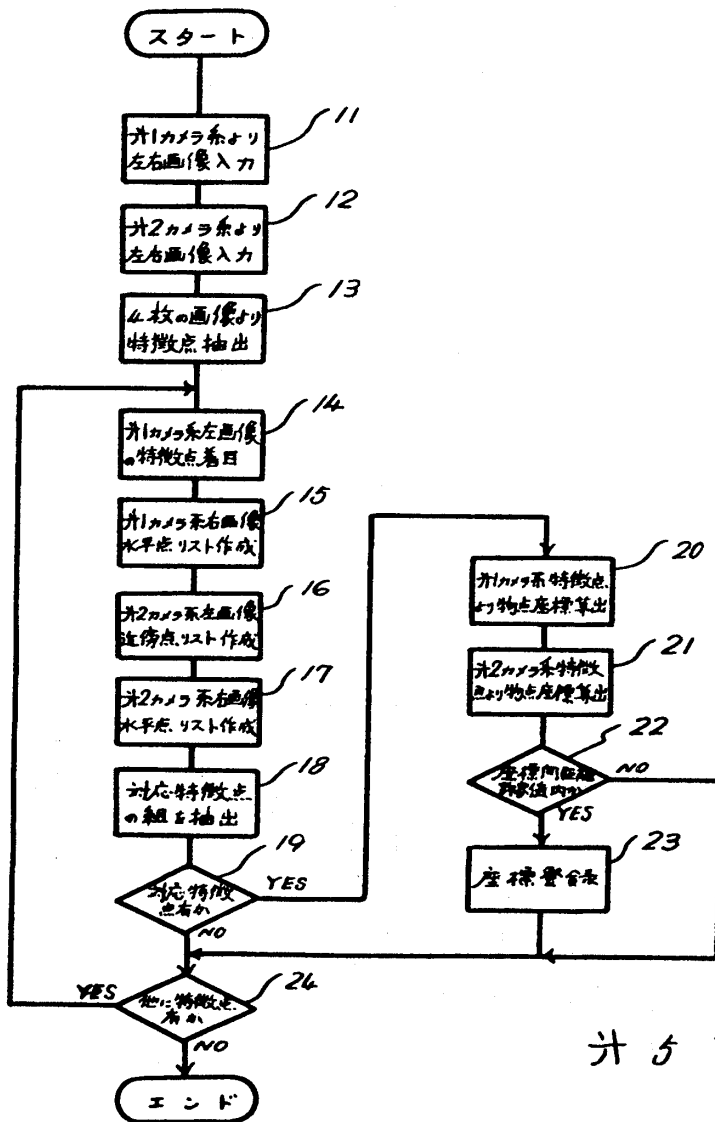


図5

