

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平6-25650

(24) (44)公告日 平成6年(1994)4月6日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/00	H	7907-2F		
G 0 1 C 11/30		6843-2F		
G 0 6 F 15/62	4 1 5	9287-5L		

発明の数1(全 6 頁)

(21)出願番号	特願昭59-69809	(71)出願人	999999999 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
(22)出願日	昭和59年(1984)4月7日	(72)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
(65)公開番号	特開昭60-213192	(72)発明者	政木 俊道 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
(43)公開日	昭和60年(1985)10月25日	(72)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
		(72)発明者	山下 牧 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
		(74)代理人	弁理士 鈴木 由充
		審査官	田部 元史

(54)【発明の名称】 立体認識装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】物体の画像を求める少なくとも3台の二次元撮像手段と、第1の画像上で着目した物点像につき第2,第3の画像上にそのエピポーララインを求めると共に、エピポーラライン上に位置する物点像を抽出して各画像上の物点像を対応付ける画像処理装置を備えた立体認識装置において、前記画像処理装置は、第1の画像を複数の領域に分割し、着目する物点像を含む分割領域につき第2,第3の画像上にその分割領域に対応するエピポーラ領域を求めた後、そのエピポーラ領域内の物点像を対象として前記エピポーラライン上に位置する物点像の抽出動作を実行するようにした立体認識装置。

【発明の詳細な説明】

<発明の技術分野>

本発明は、複数台の二次元撮像手段を用いて三次元物体

2

を立体認識する立体認識装置に関する。

<発明の背景>

近年、3台のテレビカメラをもつて物体を3方向から観測することにより、物体の偶部の如き物体を特徴づける点(以下、「特徴点」という)を抽出して、その三次元座標を求め、物体を立体認識する方式が提案された(日経メカニカル1984年1月2日号)。この方式は、第7図(1)(2)に示す如く、第1のテレビカメラの画面上で着目した物点像 P_1 につき他のテレビカメラの画面上にそのエピポーラライン(epipolar line) l を求め、このライン l 上に位置する物点像を検出して、各画面上の物点像の対応付けを行ない、然る後物点の三次元座標を算出するものである。ところがこの方式の場合、画像上の全ての物点像と前記エピポーラライン l との間の距離計算を実行する方法により、エピポーラライン上に位置す

10

る物点像の抽出動作を行なっているため、この種計算に多大の時間とコストとを要する等の欠点があった。

< 発明の目的 >

本発明は、前記距離計算の対象とする物点像の範囲を限定することによつて、計算コストの軽減や計算時間の短縮を実現した立体認識装置を提供す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、画像処理装置において、第1の画像を複数の領域に分割し、着目する物点像を含む分割領域につき第2、第3の画像上にその分割領域に対応するエピポーラ領域を求めた後、そのエピポーラ領域内の物点像を対象としてエピポーラライン上に位置する物点像の抽出動作を実行するようにした。

本発明によれば、第2、第3の画像上において、エピポーラ領域内の物点像についてのみ各物点像とエピポーララインとの間の距離計算を実行すればよいから、計算コストの軽減や計算時間の短縮を実現できる等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

< 実施例の説明 >

第1図は固定機台4上に3個のテレビカメラ1、2、3(以下、第1カメラ1、第2カメラ2、第3カメラ3という)を配設して成る立体視装置5を示し、各テレビカメラで得た物体の画像を画像処理装置6に取り込んで、物点像の対応付けや物点の三次元座標算出等、一連の立体認識処理を実行する。

第2図は各画像間における物点像の対応付け方法を示す原理図であり、各テレビカメラ1~3の画像10、20、30(以下、第1画像10、第2画像20、第3画像30という)上に特徴点Pについての物点像P₁、P₂、P₃が表われている。また第2画像20上には、第1カメラ1の焦点F₁と物点像P₁とを結ぶ直線F₁P₁の像(この直線像をエピポーララインという)l₂が設定され、同様に第3画像30上には、直線F₁P₁および直線*

$$\left. \begin{aligned}
 ik_1 &= S_{11}^{k_1} \cdot x + S_{12}^{k_1} \cdot y + S_{13}^{k_1} \cdot z + S_{14}^{k_1} \\
 jk_1 &= S_{21}^{k_1} \cdot x + S_{22}^{k_1} \cdot y + S_{23}^{k_1} \cdot z + S_{24}^{k_1}
 \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{1}$$

$$\left. \begin{aligned}
 ik_2 &= S_{11}^{k_2} \cdot x + S_{12}^{k_2} \cdot y + S_{13}^{k_2} \cdot z + S_{14}^{k_2} \\
 jk_2 &= S_{21}^{k_2} \cdot x + S_{22}^{k_2} \cdot y + S_{23}^{k_2} \cdot z + S_{24}^{k_2}
 \end{aligned} \right\} \dots \textcircled{2}$$

前記カメラモデル

$$S_{ij}^{k_1}, S_{ij}^{k_2}$$

* F₂P₂の各エピポーララインl₃、m₃が設定してある。第3図(1)(2)(3)は上記各画像10、20、30を示す。同図によれば、第2画像20における物点像P₂はエピポーララインl₂上に位置し、第3画像30における物点像P₃はエピポーララインl₃、m₃の交点上に位置する。このことから物点像P₁、P₂、P₃は特徴点Pの画像として相互に対応する点であることが理解され、従つて特徴点Pの三次元座標は直線F₁P₁、F₂P₂、F₃P₃の交点として求めることができる。尚第3図(2)(3)には、第2図の直線F₁Pの延長線上に位置する他の特徴点Rの物点像R₂、R₃を併せて示しており、この場合物点像R₃はエピポーララインl₃m₃の交点上に位置しない。

第4図は本発明にかかる立体認識装置の特徴を示しており、第4図(1)に示す第1画像10には合計16個の分割領域S₀、S₁、S₂、.....、S₁₅が設定されている。本発明では、着目する物点像P₁を含む分割領域(図示例ではS₉)を求め、つぎにこの分割領域S₉に対応する第2画像20上のエピポーラ領域E₉を求めた後、このエピポーラ領域E₉内の物点像を対象としてエピポーララインl₂上に位置する物点像の抽出動作を実行することを特徴とする。

第5図は各分割領域に対応するエピポーラ領域を規定するパラメータ(図示例では各領域の上下縁線D₁、D₂)を生成する学習モードプログラムを示す。

今、第1~第3のカメラ1~3が三次元空間内の座標(x, y, z)に位置する特徴点Pを撮像した場合において、第1画像10および第2画像20上の物点像P₁、P₂の各座標を(ik₁, jk₁)、(ik₂, jk₂)、第1、第2カメラ1、2のカメラモデル(数字モデル)を

$$S_{ij}^{k_1}, S_{ij}^{k_2}$$

とすると、つぎの①②式が成立する。

は三次元空間に固定された座標系を画像上での座標系に変換するための数式であつて、第5図に示す学習モードプログラムにおいては、まずステップ71で、これらカ

5
 メラモデルを生成した後、つぎのステップ72でエピポーラ領域を規定するパラメータを生成する。

今ここで第1画像10上の物点像P₁につき、これが第2画像20上に生成するエピポーララインL₂の方程式を数式で表わすとつぎのようになる。

$$A \cdot ik_2 + B \cdot jk_2 + C = 0 \quad \dots\dots \textcircled{3}$$

尚上記A, B, Cは、

$$ik_1, jk_1, S_{ij}^{k_1}, S_{ij}^{k_2}$$

で表わされる数式であり、前記①②式よりx, y, zを消去することにより得られる。

また物点像P₁を含む分割領域S₉の4頂点T₁ ~ T₄が第2画像20上に生成するエピポーララインL₁(ik₂, jk₂) ~ L₄(ik₂, jk₂)は同様につぎの④~⑦式で表わされる。

$$L_1(ik_2, jk_2) = A_1 \cdot ik_2 + B_1 \cdot jk_2 + C_1 = 0 \dots \textcircled{4}$$

$$L_2(ik_2, jk_2) = A_2 \cdot ik_2 + B_2 \cdot jk_2 + C_2 = 0 \dots \textcircled{5}$$

$$L_3(ik_2, jk_2) = A_3 \cdot ik_2 + B_3 \cdot jk_2 + C_3 = 0 \dots \textcircled{6}$$

$$L_4(ik_2, jk_2) = A_4 \cdot ik_2 + B_4 \cdot jk_2 + C_4 = 0 \dots \textcircled{7}$$

但しA₁ ~ A₄, B₁ ~ B₄, C₁ ~ C₄は、

$$ik_1, jk_1, S_{ij}^{k_1}, S_{ij}^{k_2}$$

で表わされる数式である。

つぎに例えばエピポーララインL₁と直交し且つ第2画像20の中心点をとる直線L₀を、

$$L_0(ik_2, jk_2) = A_0 \cdot ik_2 + B_0 \cdot jk_2 + C_0 = 0 \dots \textcircled{8}$$

とおき(但しA₀, B₀, C₀は

$$ik_1, jk_1, S_{ij}^{k_1}, S_{ij}^{k_2}$$

で表わされる数式である)、また直線L₀とエピポーララインL₁, L₂, L₃, L₄との交点Q₁ ~ Q₄の各座標を(I₁, J₁), (I₂, J₂), (I₃, J₃), (I₄, J₄)とすると、いま仮にエピポーララインL₁が前記エピポーラ領域E₉の上縁線D₁に、またエピポーララインL₄がその下縁線D₂に夫々相当する場合には、つぎの条件式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} L_1(I_1, J_1) &\leq 0 \\ L_1(I_2, J_2) &\leq 0 \\ L_1(I_3, J_3) &\leq 0 \\ L_1(I_4, J_4) &\leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots \textcircled{9}$$

$$\left. \begin{aligned} L_4(I_1, J_1) &\geq 0 \\ L_4(I_2, J_2) &\geq 0 \\ L_4(I_3, J_3) &\geq 0 \\ L_4(I_4, J_4) &\geq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots \textcircled{10}$$

従つてエピポーラ領域E₉の上下縁線D₁, D₂を4本のエピポーララインL₁ ~ L₄より選定するには、各エピポーララインにつき上記⑨⑩式の関係が成立するか否かを判定すればよい。

第6図は、物点像間を対応付けるための認識モードプログラムを示す。同図のスタート時点では、前記学習モードプログラムの実施により、第1画像10の各分割領域S₀, S₁, S₂, …, S₁₅につき第2, 第3画像上のエピポーラ領域を規定するパラメータが生成されている。そしてまずステップ81において第2画像20上の全ての物点像をいずれかエピポーラ領域に割り当て、つぎのステップ82で第1画像10上で着目した物点像P₁が属する分割領域の番号(図示例ではS₉)を検出する。更に続くステップ83で分割領域S₉に対応する第2画像20のエピポーラ領域の番号(図示例ではE₉)を検出し、つぎのステップ84で、エピポーラ領域E₉内に含まれる物点像が存在するか否かをチェックする。もしステップ84の判定が“YES”のとき、ついでステップ85で分割領域S₉に対応する第3画像のエピポーラ領域(図示せず)の番号を検出し、つぎのステップ86で、そのエピポーラ領域内に含まれる物点像が存在するか否かをチェックする。もしステップ86の判定が“YES”のとき、つぎのステップ87で第2画像20のエピポーララインL₂上に位置する物点像を抽出する。この場合前記エピポーラ領域E₉内の物点像のみを対象として、各物点像とエピポーララインL₂との間の距離計算を実行することにより、エピポーララインL₂上の物点像を抽出する。そしてエピポーララインL₂上に位置する物点像が存在するとき、ステップ88の判定が“YES”となり、つぎにステップ89において、第3画像上のエピポーララインL₃上に位置する物点像を同様の方法によつて抽出する。もしエピポーララインL₃上に位置する物点像が存在するとき、ステップ90の判定が“YES”とな

7

8

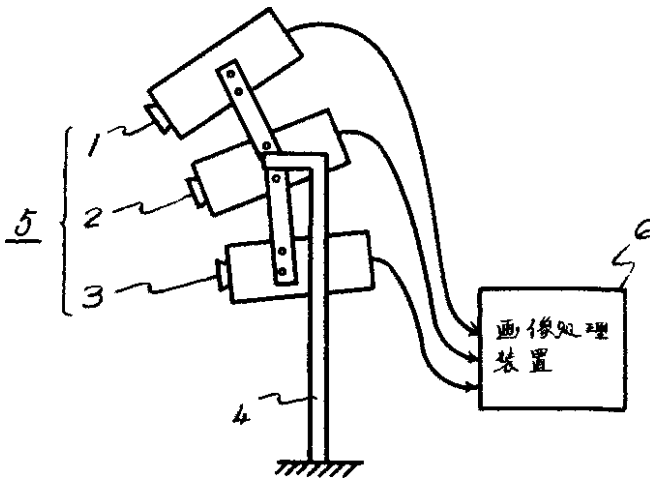
り、ステップ91において、物点像間の対応付け候補が選定できたとして、成功フラグを所定のメモリ領域へセットする。またステップ84, 86, 88, 90のいずれかが“NO”のとき、ステップ92において、物点像間の対応付け候補が選定できなかったとして、失敗フラグを所定のメモリ領域へセットするものである。

【図面の簡単な説明】

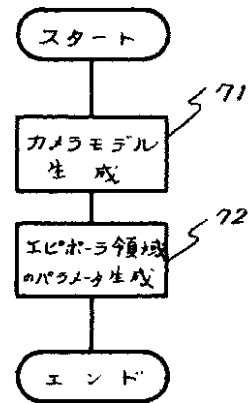
第1図は立体認識装置の構成例を示す正面図、第2図は*

*物点像の対応付け方法の原理を示す説明図、第3図(1)(2)(3)は各テレビカメラの画像を示す説明図、第4図(1)(2)は本発明の特徴を示すテレビカメラの画像を示す説明図、第5図は学習モードプログラムを示すフローチャート、第6図は認識モードプログラムを示すフローチャート、第7図(1)(2)は従来例を説明するためのテレビカメラの画像を示す説明図である。

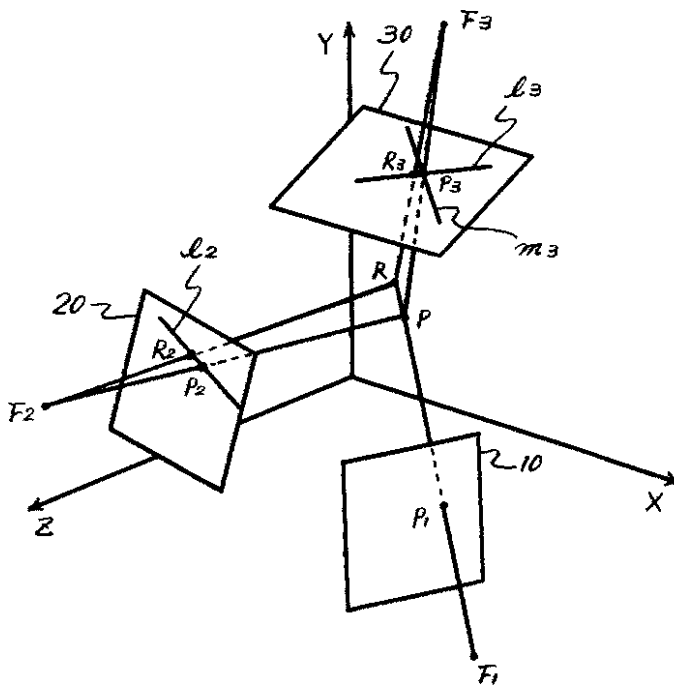
【第1図】



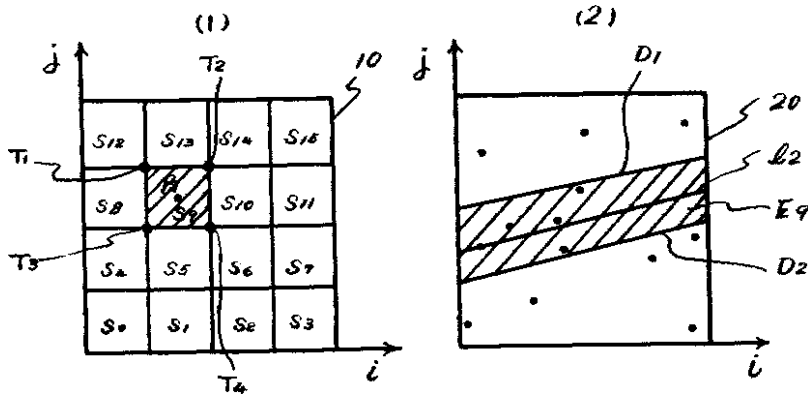
【第5図】



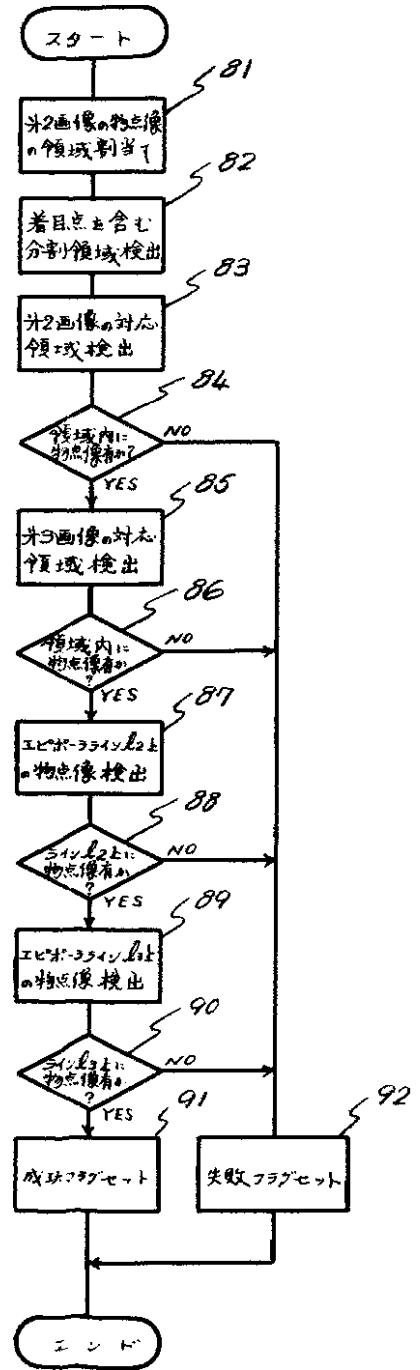
【第2図】



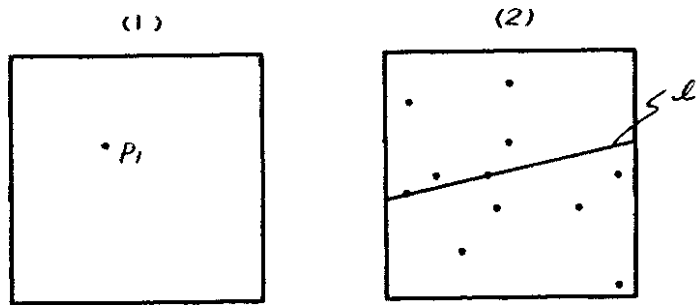
【第4図】



【第6図】



【第7図】



【第3図】

