

(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6-24000

(24) (44)公告日 平成 6 年(1994) 3 月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/62	4 1 5	9287-5L		
G 0 2 B 27/22		9120-2K		

発明の数 1 (全 7 頁)

(21)出願番号	特願昭59-247395	(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)11月21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61-125686	(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61年(1986) 6 月13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
		(74)代理人	弁理士 鈴木 由充
		審査官	竹井 文雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合立体視装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体を異なる方向から撮像する 3 台以上の 2 次元撮像手段と、

各 2 次元撮像手段により得られた各画像上の物体像について、互いが対応点組である場合に成立する物点像の画像位置座標間の拘束条件に基づく 3 眼立体視による対応付けを行うことにより、対応点組を抽出して記憶する対応点組抽出手段と、

前記 3 台以上の 2 次元撮像手段のうち任意の 2 台の 2 次元撮像手段の組による両眼立体視により求めた対応点組候補と前記対応点組抽出手段により抽出された対応点組との中から前記対応点組の任意の組の中の第 1 の点と前記対応点候補の任意の組の中の第 1 の点との接続関係と、前記対応点組の任意の組の中の前記第 1 の点と組をなす第 2 の点と前記対応点候補の任意の組の中の前記第

2

1 の点と組をなす第 2 の点との接続関係とから信頼度を算出する信頼度算出手段と、前記信頼度算出手段で算出された信頼度が所定の基準値以上の対応点組候補を正しい対応点組であると判断して記憶する対応点組選定手段とから構成される複合立体視装置。

【発明の詳細な説明】

< 発明の技術分野 >

この発明は、複数台の 2 次元撮像手段を用いて 3 次元物体の認識を行なう視覚システムに関連し、殊にこの発明は、両眼立体視および 3 眼立体視の各方式を複合して用いる複合立体視装置に関する。

< 発明の概要 >

この発明は、3 台以上の 2 次元撮像手段で得た各画像上の物点を 3 眼立体視による対応付けを行なって対応点の

10

組を抽出し、つぎに両眼立体視で得る対応点の組候補につき抽出済の対応点の組との関係に基づきその信頼性を判断して新たに対応点の組を選定するようにしたもので、これにより、立体視装置の視野範囲を拡大し、広範囲の物体認識を可能とした。

< 発明の背景 >

近年、3台のテレビカメラをもって物体を3方向より撮像し、各画像上の物点像を相互に対応付けして、各物点の三次元座標を求め、これにより物体を立体認識する3眼立体視方式が提案された(日経メカニカル1984年1-2号)。

第7図はこの方式における物点像間の対応付け方法を示しており、各テレビカメラの画像 $G_1, G_2, G_3$ (以下、第1画像 $G_1$ 、第2画像 $G_2$ 、第3画像 $G_3$ という)上に物点Pについての物点像 $P_1, P_2, P_3$ があらわれている。また第2画像 $G_2$ 上には、第1カメラの焦点 $F_1$ と物点像 $P_1$ とを結ぶ直線 $F_1 P_1$ の像(この直線像をエピポーララインという)  $l_2$  が設定され、同様に第3画像 $G_3$ 上には、直線 $F_1 P_1$ および直線 $F_2 P_2$ の各エピポーラライン $l_3, m_3$ が設定されている。

第8図(1)(2)(3)は上記各画像 $G_1, G_2, G_3$ を示す。同図によれば、第2画像 $G_2$ における物点像 $P_2$ はエピポーラライン $l_2$ 上に位置し、第3画像 $G_3$ における物点像 $P_3$ はエピポーラライン $l_3, m_3$ の交点上に位置する。このことから物点像 $P_1, P_2, P_3$ は物点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、従つて物点Pの三次元座標は直線 $F_1 P_1, F_2 P_2, F_3 P_3$ の交点として求めることができる。尚第8図(2)(3)には、第7図の直線 $F_1 P_1$ の延長線上に位置する他の物点Rの物点像 $R_2, R_3$ を併せて示しており、この場合物点像 $R_3$ はエピポーラライン $l_3, m_3$ の交点上に位置しない。

かくして上記3眼立体視方式によれば、各画像 $G_1, G_2, G_3$ における物点像の対応付けを確実かつ容易に実現し得るが、この場合、この対応付けは3台のテレビカメラが共通して観測できる視野範囲に限定されるという問題がある。例えば第9図において、3台のテレビカメラの視野範囲を $S_1, S_2, S_3$ とすると、3眼立体視の適用範囲は3者の視野が重なる領域 $S S$ に限られる。従つてこの方式を用いた立体視装置では、視野範囲が狭いため、立体認識に必要な情報量が不足して、物体認識に支障が生ずる虞がある。

< 発明の目的 >

この発明は、上記問題を解消するためのもので、3眼立体視と両眼立体視とを複合して用いる複合立体視装置を提案し、これにより立体視装置の視野範囲を拡大することを目的とする。

< 発明の構成および効果 >

物体を異なる方向から撮像する3台以上の2次元撮像手段と、各2次元撮像手段により得られた各画像上の物体像について、互いが対応点組である場合に成立する物点

10

20

30

40

50

像の画像位置座標間の拘束条件に基づく3眼立体視による対応付けを行うことにより、対応点組を抽出して記憶する対応点組抽出手段と、前記3台以上の2次元撮像手段のうち任意の2台の2次元撮像手段の組による両眼立体視により求めた対応点組候補と前記対応点組抽出手段により抽出された対応点組との中から前記対応点組の任意の組の中の第1の点と前記対応点候補の任意の組の中の第1の点との接続関係と、前記対応点組の任意の組の中の前記第1の点と組をなす第2の点と前記対応点候補の任意の組の中の前記第1の点と組をなす第2の点との接続関係とから信頼度を算出する信頼度算出手段と、前記信頼度算出手段で算出された信頼度が所定の基準値以上の対応点組候補を正しい対応点組であると判断して記憶する対応点組選定手段とで構成されている。

この発明によれば、例えば第9図において、3台のテレビカメラの共通視野 $S S$ に限らず、2台のテレビカメラの共通視野 $S_{12}, S_{23}, S_{31}$ からも対応点の組データが得られることになり、これにより装置の視野範囲が大幅に拡大し、立体認識に必要な情報量を増大させることができ、物体認識精度を向上させる等、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図はこの発明にかかる複合立体視装置の全体構成を示す。図示例の装置は、物体を撮像して録画化するための2次元CCD(Charge Couple Device)を含む3台のテレビカメラ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)と、第1、第2、第3カメラ1、2、3の録画データを一齐入力する3眼立体視部4と、いずれか2台のカメラの録画データをを入力する両眼立体視部6、7、8を含む。

3眼立体視部4は、前記エピポーララインを用いた公知の方法を実施して、第1~第3カメラ1、2、3の各画像の物点像を対応付け、その対応点の組データを抽出する。これら対応点の組データは記憶部5に格納され、更にこの格納データは前記両眼立体視部6、7、8毎に接続された記憶部9、10、11にもセットされる。

前記各両眼立体視部6、7、8は、公知の両眼立体視を実施して2個の各画像より対応点の組候補データを求めると共に、夫々記憶部9、10、11にセット済の対応点の組データを手がかりにして、前記組候補データの信頼性を判断し、これにより新たに対応点の組を選定する。そしてこの両眼立体視系で得られた新たな対応点の組データは、夫々の記憶部9、10、11に登録され、同様の処理を反復実行することにより、夫々記憶部9、10、11に対応点の組データを蓄積してゆく。

第2図は上記両眼立体視部6、7、8の構成例(図面はひとつの両眼立体視部について示す)を示す。図中、Aは3眼立体視系で得た対応点の組データであり、このデータは夫々記憶部9、10、11に格納される。aは両眼立体視系で得た対応点の組候補データであり、このデータは複数

個の信頼度算出部12、13、14へ入力される。各信頼度算出部12、13、14は、入力される対応点の組候補データにつき対応点の組データ（例えばA）との関係に矛盾がないかどうかを判断して信頼度 $R_1, \dots, R_1, \dots, R_N$ を算出する。第3図ないし第5図は前記信頼度算出部12～14における矛盾性の判断方法の具体例を図示したものである。まず第3図において、 $G_1, G_2$ は2台のカメラで得た画像を示し、夫々画像 $G_1, G_2$ 上の点 $P_1, Q_1$ は対応点の組として抽出されたものである。また第3図(1)(2)中、 $l(P_1)$ および $l(P_2)$ は点 $P_1, P_2$ が夫々画像 $G_2$ 上に生成するエピポーラライン、 $l(Q_1)$ は点 $Q_1$ が画像 $G_1$ 上に生成するエピポーララインであり、点 $Q_2, Q_3, Q_4$ はエピポーラライン $l(P_2)$ 上に位置する点の集合、すなわち前記点 $P_2$ に対応する点の候補である。そしてこの3点 $Q_2, Q_3, Q_4$ より点 $P_2$ の対応点を選定する場合、点 $P_2$ よりエピポーラライン $l(Q_1)$ への垂線を引いて交点 $P_2'$ を求め、一方点 $Q_2, Q_3, Q_4$ よりエピポーラライン $l(P_1)$ へ垂線を引いて支点 $Q_2', Q_3', Q_4'$ を求めた後、ベクトル $\vec{P_1 P_2'}$ （以下、

で表わす）と

$$\vec{Q_1 Q_2'}, \vec{Q_1 Q_3'}, \vec{Q_1 Q_4'}$$

との夫々内積を求め、その値が所定の正の値を越えるか否かをチェックする。そして内積が値を越える点（例えば点 $Q_2$ ）を点 $P_2$ の対応点とみなし、この点の組に高い信頼度 $R_i$ を与える。

つぎに第4図において、同様に、 $G_1, G_2$ は2台のカメラで得た画像を示し、また点 $P_1, Q_1$ は抽出済の対応点の組を示す。今画像 $G_2$ 上の点 $Q_2, Q_3, Q_4$ が画像 $G_1$ 上の点 $P_2$ に対応する点の候補であるとする、点 $P_2$ は1本の径路 $d$ を介して点 $P_1$ に関連しており、同様に点 $Q_2$ は1本の径路 $d_1$ を介して、また点 $Q_3$ は2本の径路 $d_1, d_2$ を介して、更に点 $Q_4$ は3本の径路 $d_1, d_2, d_3$ を介して、夫々点 $Q_1$ に関連している。かくて点 $P_2$ と点 $Q_2$ とは1本の径路を介して夫々対応点 $P_1, Q_1$ に関連し、この点でこの両者は一致するもので、この場合、点 $Q_2$ を点 $P_2$ の対応点とみなし、この点の組に高い信頼度 $R_i$ を与える。

つぎに第5図において、同様に、 $G_1, G_2$ は2台のカメラで得た画像を示し、また点 $P_1, Q_1$ は抽出済の対応点の組を示す。今画像 $G_2$ 上の点 $Q_2, Q_3$ が画像 $G_1$ 上の点 $P_2$ に対応する点の候補であつて、このいずれか点 $Q_2, Q_3$ より点 $P_2$ の対応点を選定する場合、点 $P_1, Q_1$ から得られる物点Nと点 $P_2, Q_2$ および点 $P_2, Q_3$ から得られる物点Mおよび物点Hとを求め、これらの点間で生成されるベクトル $\vec{MK}$ ,

$\vec{MH}$ が物体を置く面と平行または垂直か否かをチェックする。この方法は物体が水平、垂直の直交平面で構成される場合に適用され、この場合、 $\vec{MK}$ が物体載置面と水平をなすから、点 $Q_2$ を点 $P_2$ の対応点とみなし、この点の組に高い信頼度 $R_i$ を与える。

前記各信頼度算出部12、13、14は、上記に例示したような異なる方法によつて各対応点の組候補につき信頼度 $R_i$  ( $i=1, \dots, N$ )を算出して、これをつぎの総合評価部15へ出力する。この総合評価部15は、各信頼度算出部からの信頼度 $R_i$ を解析し、例えばその平均値または最大値または最小値等から総合信頼度 $R$ を求める。この総合信頼度 $R$ はつぎの決定部16へ送られ、この決定部16において所定のしきい値と比較される。そして総合信頼度 $R$ が所定のしきい値以上の値であれば、その対応点の組候補データを新たな対応点の組データとして認め、これを記憶部9へ登録する。

第6図は両眼立体視系における新たな対応点の組データの登録過程を示す。図中、A、Bは3眼立体視系によつて得られた対応点の組であり、これは記憶部9、10、11にあらかじめ格納されている。a、b、cは対応点の組候補データであり、まず組候補データaが組データA、Bを用いて新たな対応点の組データとして選定するか否かが決定される。そして組候補データaを新たな組データとして登録すると、つぎに組候補データbが組データA、B、aを用いて新たな対応点の組データとして選定するか否かが決定される。そして組候補データbを新たな対応点の組データとして登録すると、つぎに組候補データcが組データA、B、a、bを用いて同様に選定処理されることになる。

このようにして3眼立体視部4で検出した対応点の組データを基礎として、両眼立体視部6、7、8において対応点の組データを次々に検出し、これを記憶部9、10、11に蓄積してゆくのである。

【図面の簡単な説明】

第1図はこの発明にかかる複合立体視装置の構成例を示すブロック図、第2図は両眼立体視部の構成例を示すブロック図、第3図～第5図は信頼度算出部における矛盾性判断方法の具体例を説明するための図、第6図は両眼立体視系における新たな対応点の組データの登録過程を示す図、第7図および第8図は物点像間の対応付け方法の原理を説明するための図、第9図は各テレビカメラの視野範囲を示す図である。

- 1、2、3...テレビカメラ
- 4...3眼立体視部
- 6、7、8...両眼立体視部

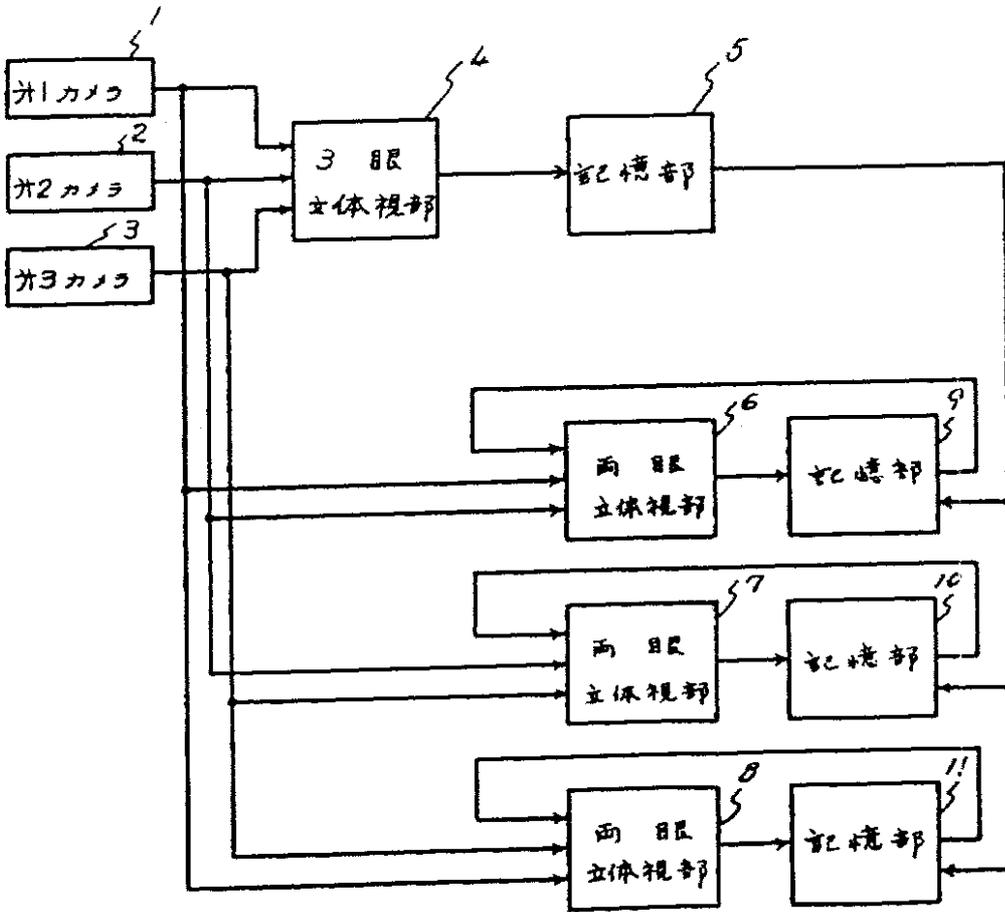
10

20

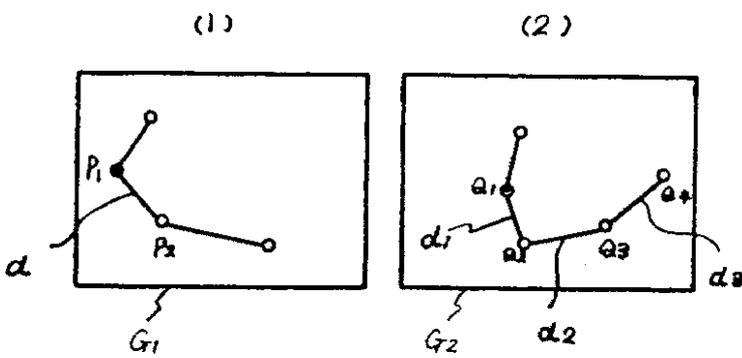
30

40

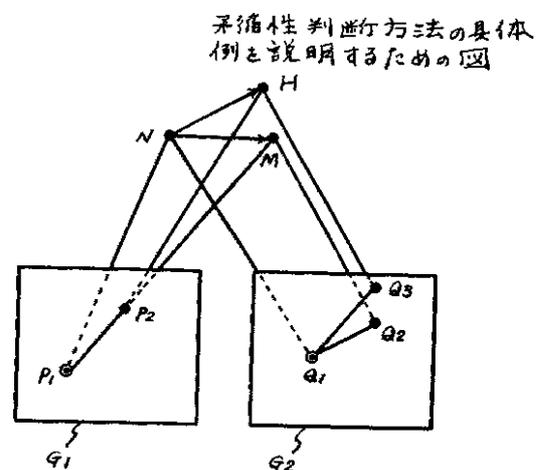
【第1図】



【第4図】

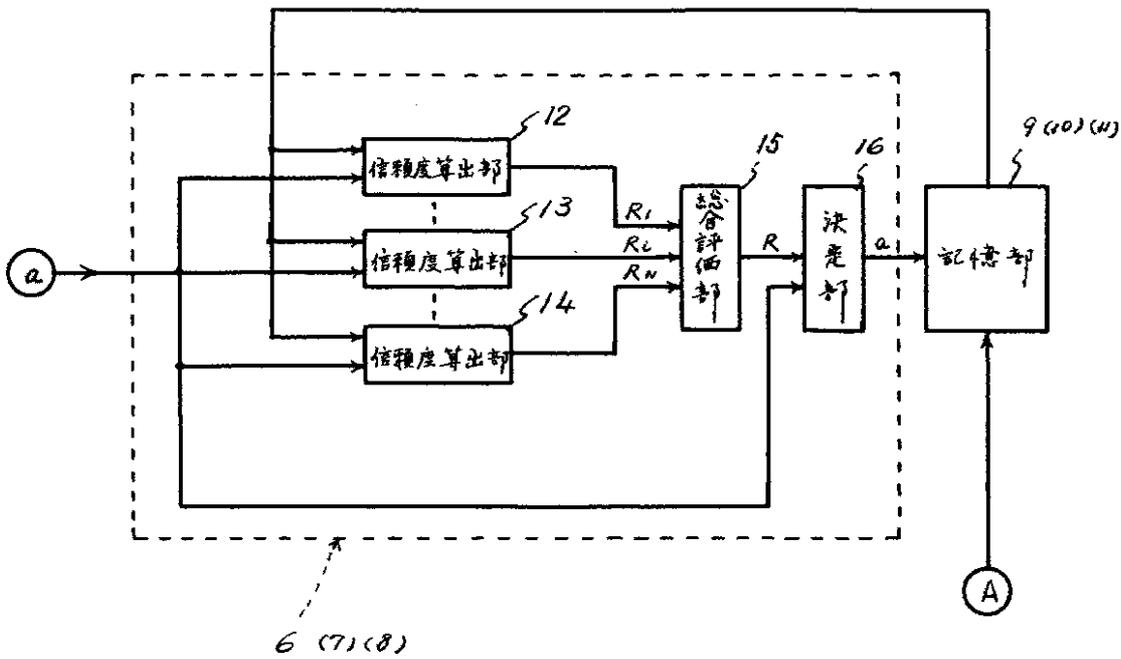


【第5図】



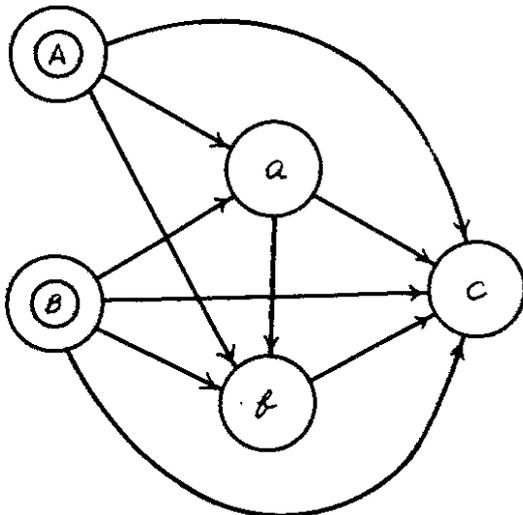
【第2図】

両眼立体視部の構成例  
を示すブロック図



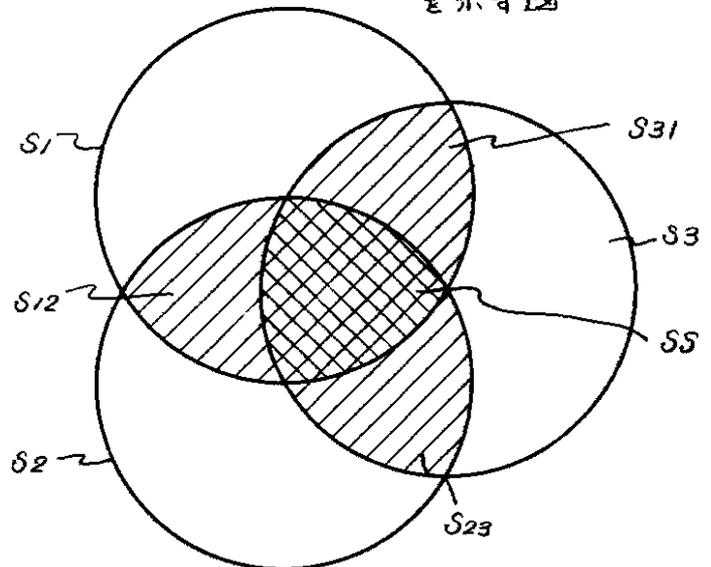
【第6図】

新たな対応点の組データの  
登録過程を示す図



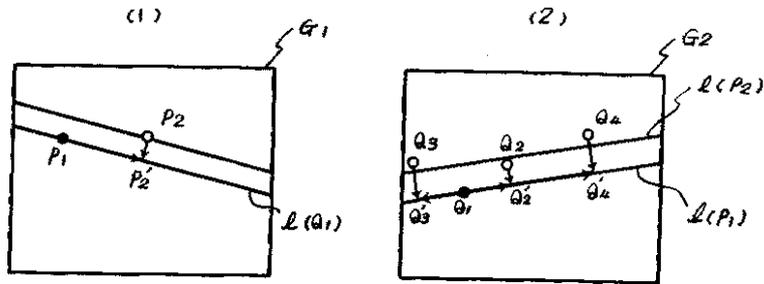
【第9図】

各テレビカメラの視野範囲  
を示す図



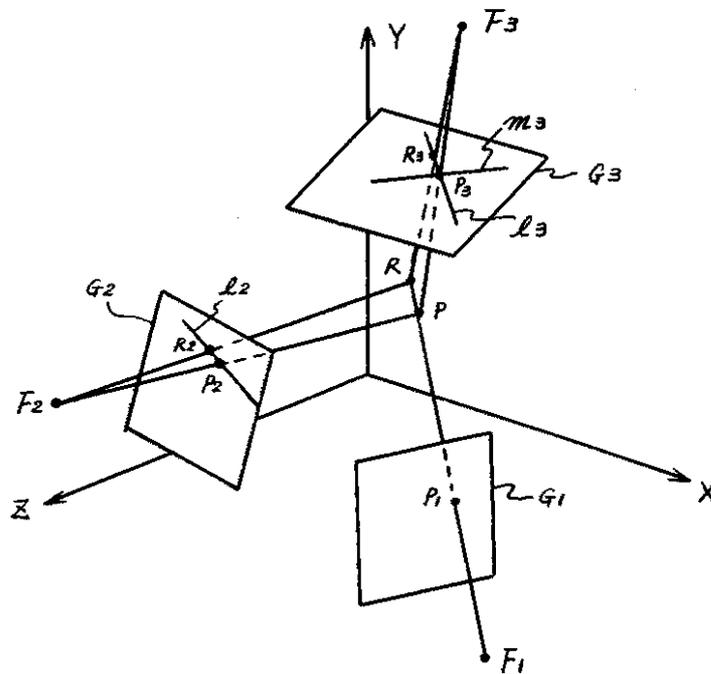
【第3図】

矛盾性判断方法の具体例を  
説明するための図



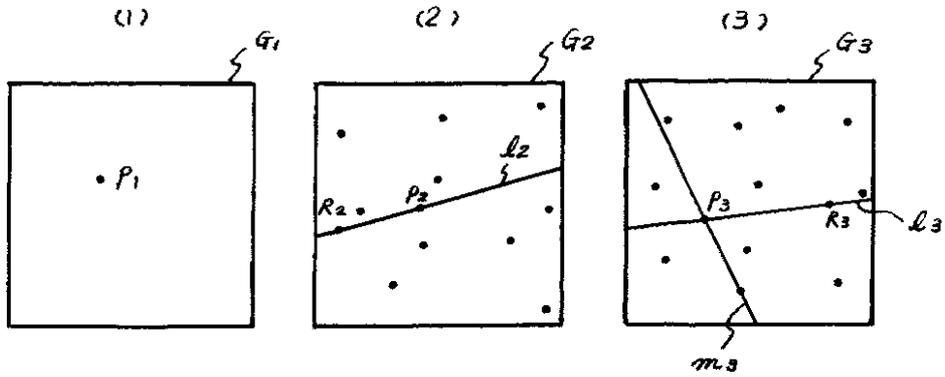
【第7図】

対応付け方法の原理を  
説明するための図



【第8図】

対応付け方法の原理を  
説明するための図



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 充孝  
 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 中塚 信雄  
 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

(56)参考文献 情報処理学会第29回(昭和59年後期)全  
 国大会講演論文集( I I ) P. 1057  
 - 1058 「3眼画像による立体視対応点処  
 理」